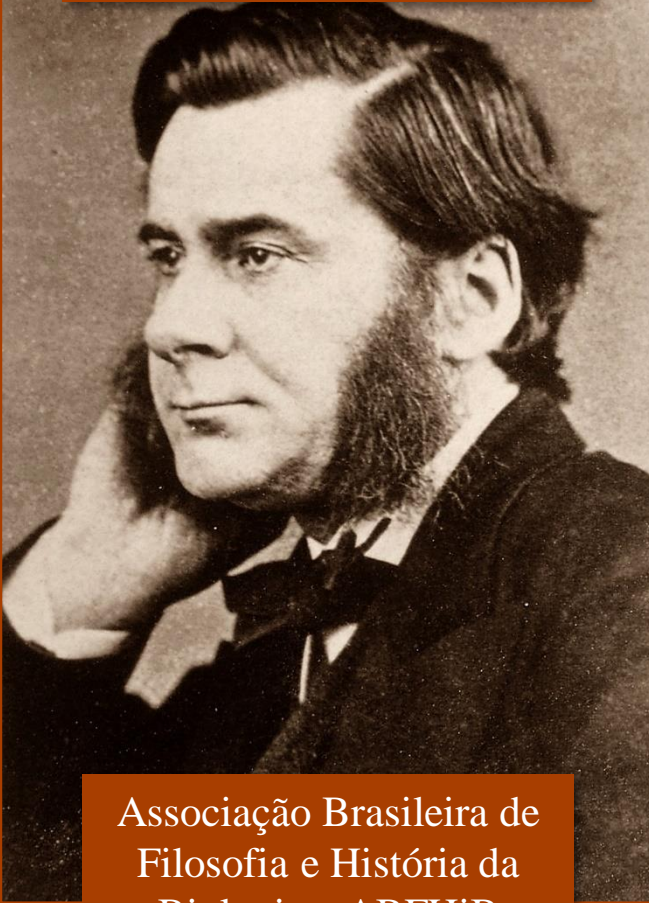


Filosofia e História da
Biologia
vol. 15, nº 1, 2020



Associação Brasileira de
Filosofia e História da
Biologia – ABFHiB

Filosofia e História da Biologia

Volume 15, número 1

Jan.-Jun. 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)

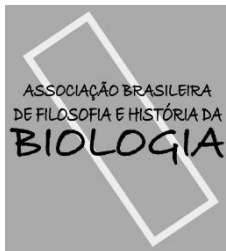
Conselho editorial: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS), Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP), Charbel Niño El-Hani (UFBA), Douglas Allchin (UM-EUA), Garland E. Allen (Washington University in St. Louis, USA), Gustavo Caponi (UFSC), Marisa Russo (UNIFESP), Marsha L. Richmond (WSU-EUA), Maurício de Carvalho 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 1

Jan.-Jun. 2020



**Filosofia e História
da Biologia**

V. 15, n. 1, jan.-jun. 2020

homepage /
e-mail da revista:

www.abfhib.org/FHB/index.html
fil-hist-biol@abfhib.org

ABFHiB

Associação Brasileira de Filosofia e
História da Biologia

Caixa Postal 11.461
05422-970 São Paulo, SP
www.abfhib.org
admin@abfhib.org

Copyright © 2020 ABFHiB

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 1 (jan.-jun. 2020). São Paulo, SP: ABFHiB, 2020.

Semestral
x, 136 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/buscador/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
Cristiano Roberto Hentges e Aldo Mellender de Araújo “Uma abordagem histórico-crítica do <i>Design</i> Inteligente e sua chegada ao Brasil” “A historical-critical approach to Intelligent Design and its arrival in Brazil”	01
Diógenes Valdanha Neto “A filosofia da evolução em <i>The ecology of freedom</i> : potenci- alidades e cautelas no ensino de biologia e educação am- biental” “The philosophy of evolution in <i>The ecology of freedom</i> : po- tentialities and precautions for biology teaching and envi- ronmental education”	21
Luis Eduardo García-Peralta, Carlos Pérez-Malvárez e Guadalupe Bribiesca-Escutia “La labor paleontológica de Thomas Huxley” “The paleontological work of Thomas Huxley”	41
Marcelo Domingos de Santis “Teleology and Biology: a defense of teleological thinking in biology” “Teleologia e Biologia: uma defesa do pensamento teleo- lógico na biologia”	61

Mónica María Márquez

79

“El problema de la representación de la naturaleza: las entidades naturales dentro los modelos de experimentación”

“The problem of the representation of nature: natural entities within models of experimentation”

Oswaldo Frota Pessoa Junior

93

“Concepções materialistas sobre a sede imediata da consciência”

“Materialist conceptions about the immediate seat of consciousness”

EDITORIAL

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Maria Elice de Brzezinski Prestes

O volume 15, número 1, inaugura uma nova fase de *Filosofia e História da Biologia* que passa juntamente com *Khronos 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 fomentar a discussão de temas de interesse para a área em que se insere e contribuir para o seu amadurecimento, este fascículo apresenta seis artigos. Os temas neles abordados situam-se em termos cronológicos nos séculos XIX e XX e compreendem história da evolução, debate evolucionismo-criacionismo e filosofia da biologia. Além disso, contemplam as interfaces da história da biologia com o ensino e com a neurociência.

Cristiano Roberto Hentges e Aldo Mellender de Araújo descrevem a trajetória do movimento criacionista representado nos dias de hoje pelo *design* inteligente, bem como os debates entre seus representantes e os evolucionistas, com o intuito de identificar suas principais estratégias e argumentos.

Diógenes Valdanha Neto, a partir da análise da obra *The ecology of freedom* de Murray Bookchin, discorre sobre as possibilidades e cautela na utilização da ecologia social no ensino de evolução.

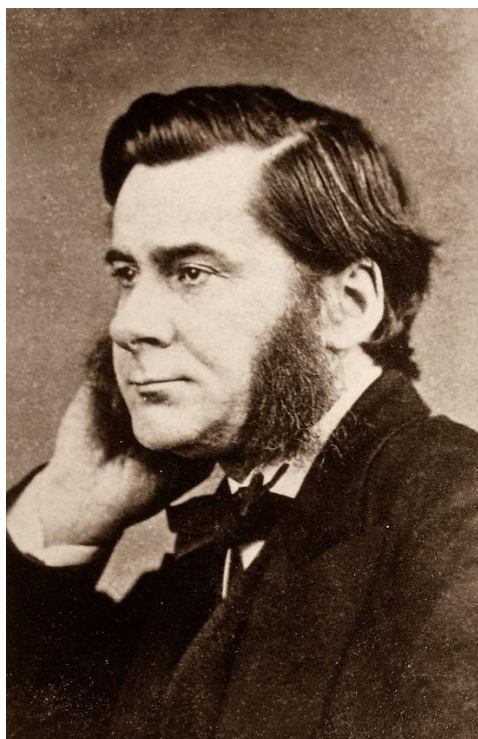
Luis Eduardo García-Peralta, Carlos Pérez-Malvárez e Guadalupe Bribiesca-Escutía discutem sobre os estudos paleontológicos de Thomas H. Huxley e de que modo eles contribuíram para corroborar a teoria evolutiva de Charles R. Darwin.

Marcelo Domingos de Santis comenta sobre os equívocos relacionados ao pensamento teleológico na biologia e defende de que modo o discurso teleológico poderia ser utilizado sem violar os princípios da ciência moderna.

Mónica María Márquez aborda o problema da representação da natureza na ciência, com foco nos sistemas de laboratório e nos organismos experimentais.

Oswaldo Frota Pessoa Junior analisa em uma perspectiva materialista o debate sobre a sede física da “consciência primária”, ou seja, a forma mais básica da consciência que envolve sensações e emoções.

Gostaríamos de agradecer a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, incluindo autores de artigos e pareceristas, para a elaboração deste volume e para a concretização dos objetivos da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (AB-FHiB). Nossos agradecimentos se estendem àqueles que contribuíram para que essa nova fase da revista se concretizasse.



Thomas Henry Huxley (1825-1895)
Disponível em: [Wikimedia.org/wikipedia/commons](https://commons.wikimedia.org/wiki/Thomas_Henry_Huxley)

Uma abordagem histórico-crítica do *Design* Inteligente e sua chegada ao Brasil

Cristiano Roberto Hentges *

Aldo Mellender de Araújo #

Resumo: Este artigo apresenta uma breve história do movimento criacionista representado hoje pelos defensores do *Design* inteligente (DI). Estes se colocam como proponentes de uma teoria científica em confronto explícito com os defensores da teoria da evolução biológica. Discute dois conceitos neocriacionistas mediante críticas que lhes foram feitas por evolucionistas. Com o objetivo de retomar momentos históricos relevantes, relata brevemente as principais disputas jurídicas entre o criacionismo e a teoria da evolução biológica que ocorreram nos Estados Unidos ao longo do século XX, caracterizando algumas das estratégias utilizadas de ambos os lados do confronto. Levando em conta o estabelecimento de um centro de pesquisa de *design* inteligente em 2017, procura apontar outras ações recentes voltadas à inclusão do criacionismo no currículo da escola básica no país, notadamente, dois projetos de lei em nível federal. O artigo também analisa entrevistas de alguns defensores do *design* inteligente com o objetivo de identificar estratégias de seus argumentos. Conclui-se que os conceitos defendidos pelos proponentes do *design* inteligente não têm correspondência com as evidências científicas discutidas por eles, o que torna ilegítima a pretensão de cientificidade alegada. Estimamos ainda que a comunidade acadêmica deve posicionar-se franca e ativamente em defesa do ensino da teoria da evolução biológica, teoria consensual e cientificamente exclusiva que fundamenta os estudos da vida.

Palavras-chave: criacionismo; *design* inteligente; Darwin, Charles; evolução; Instituto Discovery

* Biólogo, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Osvaldo Cruz 13 - 04, com CEP 94500250. E-mail: biocrishentes@gmail.com. Este artigo é parte do Trabalho de Conclusão de Curso, 2019/2. As traduções constantes deste artigo são deste autor.

Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Caixa Postal 1953, Porto Alegre, RS. E-mail: aldo1806@gmail.com

A historical-critical approach to Intelligent Design and its arrival in Brazil

Abstract: This work presents a brief history of the creationist movement represented today by the defenders of Intelligent design (ID), who stand as proponents of a scientific theory in confrontation with defenders of the biological evolutionary theory. It discusses two creationist concepts through criticisms made by evolutionists. It briefly reports the main legal disputes between the two parties occurred in the United States throughout the 20th century, characterizing some of the strategies used on both sides of the confrontation. Departing from the establishment of an intelligent design research centre in Brazil in 2017 it describes other recent actions aimed at including creationism in the curriculum of primary schools in the country, notably two bills at the federal level. It analyses the interviews with Intelligent Design advocates to identify strategies for their arguments. It concludes that the concepts defended by the proponents of Intelligent design do not correspond with the scientific evidence discussed by them, which makes illegitimate the claim of alleged scientificity. It also estimates that the academic community should take a frank and active stand in defence of teaching the theory of biological evolution. This consensual and scientifically exclusive theory underlies life studies.

Key-words: creationism; intelligent design; Darwin, Charles; evolution; Discovery Institute

No transcorrer dos séculos, o ingênuo amor-próprio dos homens teve de submeter-se a dois grandes golpes desferidos pela ciência. O primeiro foi quando souberam que a nossa Terra não era o centro do universo, mas o diminuto fragmento de um sistema cósmico de uma vastidão que mal se pode imaginar. Isto estabelece conexão, em nossas mentes, com o nome de Copérnico, embora algo semelhante já tivesse sido afirmado pela ciência de Alexandria. O segundo golpe foi dado quando a investigação biológica destruiu o lugar supostamente privilegiado do homem na criação, e provou sua descendência do reino animal e sua inextirpável natureza animal. (Freud, 1969, p. 29)

1 INTRODUÇÃO

O surgimento do *design* inteligente (DI) é atribuído ao livro *The mystery of life's origin* de 1984, do físico-químico Charles B. Thaxton (Forrest & Gross, 2007, p. 302). Com o objetivo de mostrar a implausibilidade da origem da vida através de processos puramente naturais, a obra constrói um cenário onde tanto a abiogênese quanto a

panspermia seriam eventos estatisticamente impossíveis e que então, somente a hipótese de um criador seria capaz de explicar o fenômeno.

Outra obra fundamental para o movimento foi *Of pandas and people*, de autoria de Percival Davis e Dean H. Kenyon, publicada em 1869. Foi a primeira obra conhecida a usar o termo “*design* inteligente”. Além da da origem da vida, aborda como a questão dos fósseis transicionais e a macroevolução, por exemplo.

Quanto à questão legal relativa ao movimento do *design* inteligente o ensino desta doutrina é proibido nas escolas públicas americanas desde 2005. No Brasil o movimento chegou, institucionalmente, em 2014, com a fundação da Sociedade Brasileira do *Design* Inteligente, por ocasião do 1º. Congresso Brasileiro do *Design* Inteligente (14 a 16 de novembro em Campinas, SP). Além disso, em 2017 criou-se uma parceria da Universidade Presbiteriana Mackenzie com o *Discovery Institute*², o principal defensor do movimento.

Em relação às diferenças entre os movimentos criacionistas anteriores e o *design* inteligente, os primeiros defendem numerosas proposições como, por exemplo, a noção de que a Terra tem apenas alguns milhares de anos (Scott, 2009, p. 66) ou que toda a vida na terra foi criada por Deus e que os seis dias da criação seriam períodos de milhares ou milhões de anos (*ibid*, 2009, p. 68). Já o segundo possui especificidades como, por exemplo, a de que a complexidade e diversidade dos seres vivos não poderia ter surgido por acaso, mas sim ter sido criada ou planejada por um *Designer*, ou seja, uma mente inteligente. Aprofundando o mesmo argumento, o *design* inteligente susatenta que estruturas e processos moleculares não poderiam evoluir passo a passo, mas teriam que ser formados “prontos” por uma mente inteligente. Ou seja, no que afirma e no que nega, o *design* inteligente dialoga diretamente com a teoria evolutiva.

Isto posto, o presente artigo assume posição semelhante àquela de Massimo Pigliucci em *Denying evolution* (Negando a evolução) afirma que a diferença entre o criacionismo clássico e o *design* inteligente é que o último é “mais sofisticado filosoficamente e utiliza a terminologia científica e conceitos pseudocientíficos de forma mais hábil” (Pigliucci, 2002, p. 185). Sendo assim, considera-se aqui que o *design* inteligente é

² O *Discovery Institute* é um *think tank* politicamente conservador sem fins lucrativos com sede em Seattle, Washington, fundado em 1990.

parte de um processo contínuo originado com os movimentos criacionistas do século XIX e que pode ser interpretado, portanto, como uma nova onda de criacionismo, mas que utiliza estratégias de legitimação diferentes.

2 UM CONFLITO TEÓRICO

Nada parece ter abalado tanto a noção generalizada do século XIX de que as espécies eram imutáveis como o livro *Origin of species* (1859) de Charles Darwin (1809-1882). Paulatinamente, a teoria evolutiva passou a ser um dos inimigos prediletos do criacionismo. Se a repercussão da obra ficou inicialmente restrita aos círculos acadêmicos, é com o surgimento da discussão na arena pública que podemos perceber resistência à teoria evolutiva por parte de criacionistas (Numbers, 2000, p. 359). Resistência esta que ao longo das décadas foi se fortalecendo e, em diversos casos, chegou à esfera jurídica, como por exemplo em 1925, quando o professor americano John T. Scopes (1900-1970) foi julgado e condenado por ter ensinado a teoria evolutiva.

A partir dos anos 2000, diversos projetos de lei, conhecidos como Projetos de Lei de Liberdade Acadêmica (*Academic Freedom Bills*), têm sido propostos em vários estados norte-americanos. Eles visam flexibilizar o ensino de ciências nas escolas públicas do país de modo a dar permissão aos educadores para tratar “a evolução e o *design* inteligente como teorias igualmente válidas”, passíveis de inclusão no currículo (Ross, 2017).

As ideias contidas nos trabalhos de Darwin desafiam a interpretação literal bíblica ao oferecerem uma resposta alternativa plausível para o grande mistério da origem e diversidade de espécies no nosso planeta e, ao fazer isso, atingiram o âmago do mundo cristão. Se a sua teoria estivesse correta, a vida não poderia ter apenas alguns milhares de anos como prescrito na Bíblia. Em vez disso, todas as espécies vivas atuais estariam relacionadas entre si, e, o mais importante, os seres humanos seriam apenas mais um elo nessa cadeia ininterrupta de especiações e extinções.

Os próprios cientistas, europeus e americanos, eram cristãos, católicos ou reformados, e habitavam um mundo onde a verdade da criação divina não era contestada. O biólogo evolucionista Ernst Mayr (1904-

2005) é quem define o sentimento reinante: “Até 1859, era quase universalmente aceito que o homem era algo completamente diferente do resto da criação” (Mayr, 1995, p. 319). E é também o mesmo autor quem descreve as implicações, da teoria evolutiva de Darwin:

Darwin negou essa forma de pensar de sua fundação. De acordo com sua teoria da descendência comum, uma teoria claramente originada com Darwin, todos os organismos, incluindo o homem, descendem de ancestrais comuns. No caso do homem, isso significa primatas e, mais particularmente, símios. De todas as teorias de Darwin, essa era a mais desagradável para seus contemporâneos vitorianos (Mayr, 1995, p. 319)

Talvez essa grande ruptura no pensamento biológico possa explicar por que algum tipo de criacionismo tenha ressurgido, com frequência maior ou menor, ao longo da história moderna, com roupagem condizente a cada contexto. Assim como a teoria heliocêntrica no século XVI teve detratores, especialmente religiosos, também a teoria evolutiva de Darwin enfrentou diferentes tipos de críticas, a começar pelas objeções acadêmicas e científicas, mas que se acirraram notadamente no âmbito religioso, educacional e legislativo. A partir das últimas décadas do século XIX, essa contraposição “evolução *versus* criação” difundiu-se em alguns países, acirrando-se especialmente nos Estados Unidos (Pigliucci, 2002, p. 12) e recebendo nomes como o “debate criação vs. evolução” e o “debate das origens”, por exemplo.

3 O CONCEITO DE “COMPLEXIDADE IRREDUTÍVEL”

Um dos principais conceitos utilizados pelo movimento do *design* inteligente para refutar a teoria evolutiva é o da “complexidade irreduzível”. Para o bioquímico norte-americano Michael Behe, que cunhou o termo, trata-se de “um sistema único composto de várias partes compatíveis, que interagem entre si e que contribuem para sua função básica, caso em que a remoção de uma das partes faria com que o sistema deixasse de funcionar de forma eficiente” (Behe, 1997, p. 48). Exemplos desses sistemas seriam o movimento do flagelo das bactérias e o mecanismo bioquímico de coagulação do sangue. Embora seja refutado pela comunidade científica (Boudry, 2010, p. 474), esse termo é invocado com frequência para explicar estruturas biológicas ainda in-

suficientemente conhecidas como no último livro de Behe, *Darwin devolves*. Neste o autor considera que a “maquinaria da célula é muito elaborada. Portanto, também é irredutivelmente complexa” (Behe, 2019, p. 189).

Originalmente, os três principais exemplos de complexidade irredutível discutidos por Behe, o mecanismo de coagulação sanguínea, o sistema imunológico e o flagelo bacteriano, foram questionados pelo meio acadêmico (respectivamente, por Doolittle, 2009; Agrawal, Eastman & Schatz, 1998; Pallen & Matzke, 2006). Contudo, o autor continuou a rejeitar as críticas, seja mudando seus alvos, seja exigindo um nível de evidência cada vez mais detalhado (Behe, 2004, p. 356), ainda que tenha afirmado no livro *A Caixa preta de Darwin*, que a mutação e a seleção natural poderiam produzir alguns aperfeiçoamentos (Behe, 1997, p. 230).

O capítulo mais recente desse confronto envolve está presente em seu livro *Darwin devolves* (2019). Nele no qual Behe defende que a mutação é um mecanismo primordialmente deletério, incapaz de gerar grandes inovações evolutivas (Behe, 2019, p. 38). Neste caso, somente um “arranjo proposital de peças” seria capaz de originar tal sistema. Aqui o “proposital” refere-se, evidentemente, a um agente inteligente. Ao criticar o livro, Nathan Lents, Joshua Swamidás e Richard Lenski afirmam:

Há muito se sabe que uma alteração aleatória em algo tão complexo quanto as instruções genéticas codificadas geralmente danifica essas instruções. O que Behe realmente diz é muito mais forte do que isso: ele afirma que ajustes aleatórios nunca podem ser a fonte de um funcionamento biomolecular inovador ou melhorado, a menos que cada passo do caminho traga ganhos claros de aptidão (Lents et al., 2019).

De forma análoga Behe concede que a evolução dentro dos níveis mais baixos da taxonomia biológica - gêneros e espécies - possa ser puramente darwiniana, mas afirma que a origem de grupos de nível superior – ordens, por exemplo – requerem mutações projetadas. Segundo ele:

[...] O acaso e a seleção podem, de fato, dar origem a novas espécies e novos gêneros, exatamente como Darwin imaginou, assim como fizeram [os Fringílideos de Darwin] em Galápagos. Isso é crucialmente importante para permitir que grupos de organismos diversifiquem e

preencham nichos ambientais diferentes. Mas, numa abordagem inicial, os processos darwinianos (ou qualquer outro processo não inteligentemente planejado) não podem produzir descendentes que diferem de seus ancestrais no nível de família ou superior (Behe, 2019, p. 124, ênfase nossa).

3.1 O CONCEITO DE “COMPLEXIDADE ESPECIFICADA”

Outro conceito chave proposto pelo DI *design* inteligente é a “complexidade especificada”. William Dembski defende o seu uso como uma ferramenta para identificar de forma probabilística sinais de *design* inteligente na natureza.

Seguindo o raciocínio do autor, seria possível demonstrar através de cálculos probabilísticos a incapacidade dos algoritmos evolutivos de selecionar ou gerar configurações de alta complexidade especificada. Portanto, seria possível inferir *design*, no caso do flagelo da *E. Coli*, já que a probabilidade de seu surgimento em termos evolutivos é baixíssima, 10^{-234} segundo ele (Dembski, 2002, p. 293).

Deve-se observar, porém, que esse cálculo supõe que a combinação das proteínas para o surgimento do flagelo seja puramente aleatória e instantânea. Mas, como um biólogo pode atestar, o surgimento de dada estrutura complexa por seleção natural não é um processo randômico, mas sim um processo de variação aleatória combinada com seleção cumulativa não aleatória. Sendo assim, a função que observamos hoje, não seria, necessariamente, a mesma função que deu início ao processo de seleção natural (Gould & Vrba, 1982, p. 4).

4 UM CONFLITO JURÍDICO

Quatro julgamentos importantes na Suprema Corte dos Estados Unidos durante o século XX revelam as tendências e constantes do conflito. Além disso, foram fundamentais para estabelecer os limites atuais da separação Igreja-Estado naquele país. É importante lembrar, porém, que, devido à natureza de sua constituição, os estados americanos têm maior independência em relação ao governo federal que os brasileiros.

O primeiro e mais famoso foi o caso jurídico *The State of Tennessee v. John Thomas Scopes* ou, como ficou conhecido, o “juízo do macaco”, em 1925. Neste o professor Scopes, ao qual nos referimos anteriormente, foi acusado de infringir a lei ao ensinar a teoria evolutiva em escolas públicas do Tennessee. Scopes perdeu o caso e foi instado a pagar uma fiança de US\$ 100,00. Já as consequências do julgamento foram muito mais profundas e são estudadas ainda hoje. Uma delas foi o recrudescimento na animosidade entre os dois lados. Evidência disso é que já em 1927 havia 13 estados com leis semelhantes proibindo ou limitando o ensino das teorias darwinistas. O próprio julgamento ganhou fama e foi tema de dois filmes com o mesmo título, *Inherit the wind* (O vento será tua herança), produzidos em 1960³ e 1999⁴.

O segundo caso foi de *Epperson v. Arkansas* e aconteceu em 1968. Numa vitória para o campo evolucionista, a corte considerou que a Primeira Emenda da Constituição dos Estados Unidos proíbe um estado de exigir que o ensino seja adaptado aos princípios ou proibições de qualquer seita ou dogma religioso. Essa decisão invalidou todas as leis estaduais mencionadas acima, que haviam sido aprovadas anteriormente.

O terceiro caso, *Edwards v. Aguillard*, aconteceu em 1987. O caso julgou inconstitucional uma lei da Louisiana exigindo que, onde fosse ensinada a ciência da evolução em escolas públicas, fosse também ensinada obrigatoriamente a “ciência da criação”. Paralelamente e devido à essa decisão, qualquer conteúdo abertamente religioso foi sendo progressivamente substituído nos textos publicados pelos proponentes do *design* inteligente.

O último caso que será tratado aqui, *Kitzmiller v. Dover Area School District*, deu-se em 2005, quando o movimento de *design* inteligente teve seu *status* de ciência negado e o seu ensino em escolas públicas foi julgado inconstitucional. Segundo o juiz relator, o *design* inteligente não se distinguia de seus antecedentes criacionistas e, portanto, permanecia sendo de cunho religioso, e não científico. O próprio proponente do conceito de complexidade irreduzível, Michael Behe, testemunhou a favor da cientificidade do *design* inteligente durante o julgamento, contudo admitiu: “Não há artigos revisados por pares de nenhum defensor

³ <https://www.youtube.com/watch?v=-Cv9kR1njdE>

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=NYCfo4hVolQ>

do *design* inteligente apoiado em experimentos ou cálculos pertinentes que forneçam relatos detalhados e rigorosos de como ocorreu o *Design* inteligente de qualquer sistema biológico” (Behe, 2005, p. 23).

Essa última decisão também não arrefeceu as convicções do movimento, nem mesmo acarretou enfraquecimento de sua influência política. Pelo contrário, persistiu a estratégia, clara, de modificar a cultura e o ensino americano e de outros países. Isso transparece em um documento publicado em 1999 pelo *Discovery Institute*, expondo um plano abrangendo o período de 20 anos conhecido como *Wedge Strategy*⁵ (Estratégia da cunha). O texto justifica o combate ao darwinismo afirmando que ele seria o pior de todos os materialismos, atribuindo a ele a responsabilidade pelo pretenso declínio dos valores ocidentais e “males” como secularismo, crimes, livros obscenos, homossexualismo, relativismo, drogas, educação sexual, comunismo, engenharia genética, aborto, rock pesado, inflação e outros (Forrest & Gross, 2004, p. 26). Os nomes de Charles Darwin, Karl Marx e Sigmund Freud (nesta ordem), são citados como os responsáveis por descrever os seres humanos como animais ou máquinas, habitando um universo de forças impessoais.

Parte do Instituto, o *Center for Science and Culture* (Centro para Ciência e Cultura) realiza o *lobbying* junto a políticos e instituições de ensino para mudança das grades curriculares em favorecimento do *design* inteligente. Devido à derrota jurídica do *design* inteligente em 2005, houve uma mudança de estratégia por parte dos seus membros. Mediante recomendação do *Center for Science and Culture* o foco não seria mais recomendar o ensino do *design* inteligente, mas sim o ensino dos “pontos fortes e fracos da evolução” (Branch & Scott, 2010, p. 320). A partir dessa inflexão, se passou a clamar por “liberdade acadêmica”. Desde então, mais de 30 projetos de lei contendo este termo foram propostos por legisladores antievolucionistas (Branch & Scott, 2010, p. 321).

A história e o resultado desses julgamentos mostram três grandes tendências presentes em todo o processo. A mais clara é que a ambição dos criacionistas foi sendo restringida. Se em 1929 proibiu-se ensinar a

⁵ Documento vazado na internet por Tim Rhodes em 1999 contendo um plano de ação político e social criacionista criado pelo *Discovery Institute*. Disponível em: <http://www.churchofvirus.org/virus.1Q99/0510.html>.

teoria evolutiva em muitos estados, em 1987 o ensino do criacionismo é que foi banido, freando os anti-evolucionistas.

Outra constante foi a mudança de estratégia, através do emprego progressivo dos conhecimentos e métodos das ciências pelos detratores da teoria evolutiva e da paralela supressão e mascaramento de qualquer terminologia religiosa. A obra *Of pandas and people* (1989), cujo título faz alusão explícita ao livro de 1980, *The panda's thumb (O polegar do panda)* do evolucionista Stephen Jay Gould (1941-2002), mostra esta tendência de forma clara. Em um novo esboço do livro, preparado logo após a decisão da Suprema Corte de 1987, aproximadamente 150 usos de palavras como, “criação”, “criacionismo” e “criacionista” foram sistematicamente alterados para *design*, *design* inteligente e propoente do *design*, para se adequarem ao *design* inteligente.

Por fim, em decorrência do debate com a comunidade científica, os exemplos de complexidade irreduzível passaram a ser empregados para casos cada vez mais microscópicos e intangíveis. De fato, a preocupação atual dos teóricos do *design* inteligente com detalhes bioquímicos e estruturas microscópicas, como o sistema propulsor da bactéria *E. coli*, indica “até que ponto os criacionistas tiveram que recuar para encontrar lacunas explicativas relevantes na teoria da evolução” (Pennock, 1999, p.171).

5 FRENTE LEGISLATIVA NO BRASIL

*As ideias ruins vivem nos Estados Unidos e vêm se aposentar aqui no Brasil.
(Ditado popular)*

De acordo com o censo do IBGE de 2000, a população brasileira era 89% cristã com uma proporção de 73,6% de católicos e 15,4% de evangélicos (IBGE, 2000). Já em 2010 a mesma era 86,8% cristã, sendo 22,2% desse total de evangélicos (IBGE, 2010). A última pesquisa Datafolha, também de 2010, indica que 59% dos brasileiros acredita que “Os seres humanos se desenvolveram ao longo de milhões de anos a partir de formas menos evoluídas de vida, mas com Deus guiando esse processo de evolução” enquanto 25% acredita que “Deus criou os seres humanos de uma só vez praticamente do jeito que são hoje, em algum momento nos últimos dez mil anos”(Datafolha, 2010).

Um levantamento do Departamento Intersindical de Assessoria Parlamentar (DIAP) revela que em 2010 havia no congresso 43 parlamentares representantes da “bancada da Bíblia”. Já em 2018 esse número quase dobrou, totalizando 84 congressistas. A Frente Parlamentar Evangélica (FPE) possui 186 membros no total, incluídos representantes de várias vertentes religiosas (DIAP, 2018).

Dameres Alves, nomeada em 2019 para chefiar o Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos, criado pelo atual governo, em entrevista de 2013 sinalizava, na conjuntura brasileira, a ambição dos criacionistas dos anos 20 do século passado nos Estados Unidos, durante o Julgamento Scopes:

A igreja evangélica perdeu espaço na história. Nós perdemos o espaço na ciência quando *nós deixamos* a teoria da evolução entrar nas escolas, quando **nós não questionamos**. Quando *nós não fomos ocupar* a ciência. A igreja evangélica deixou a ciência para lá e ‘vamos deixar a ciência sozinha, caminhando sozinha’. E aí cientistas **tomaram conta** dessa área (Alves, 2013, ênfase nossa).

O portal da Câmara federal revela dois projetos de lei para incluir o ensino da “Teoria da Criação” na base curricular do Ensino Fundamental e Médio: O PL 8099/2014 de autoria do deputado Pastor Marco Feliciano e, mais recentemente, o PL 5336/2016 de autoria do deputado Pastor Jefferson Campos. Além disso há uma indicação da câmara⁶ proveniente do deputado Pastor Milton Cardias que “sugere ao Ministério da Educação a inclusão da teoria do criacionismo no currículo das escolas de ensino fundamental e médio”.

O PL 8099/2014 se destaca por revelar a similaridade entre os criacionistas do *design* inteligente e os políticos religiosos brasileiros. A passagem “Ensinar apenas o *evolucionismo* nas escolas é ir contra a liberdade de crença de nosso povo, uma vez que a doutrina *criacionista* é a predominante em todo o nosso país” (PL 8099/2014, p. 2, grifo nosso), mostra que aqui também se pretende usar o princípio da liberdade de crença, adotado em muitas democracias modernas, para inserir

⁶ Indicação da câmara é o instrumento legislativo aprovado pelo Plenário ou pela Mesa Diretora cuja finalidade é a de sugerir que outro órgão tome as providências que lhe sejam próprias.

o criacionismo nas escolas públicas. Os políticos não consideram, entretanto, que o criacionismo esteja associado a uma visão de mundo religiosa, enquanto o evolucionismo é uma teoria científica. O ensino do evolucionismo se dá no contexto educacional de ciências.

Outro trecho do mesmo PL revela afinidade estratégica entre os criacionistas do *design* inteligente e os fundamentalistas⁷ brasileiros, além do uso retórico da democracia e do direito à escolha:

O que se requer não é a supressão da teoria evolucionista dos currículos escolares, mas a inclusão da doutrina criacionista, tendo em alta conta que esse é o ensino adotado pela maioria das religiões. Como vivemos numa sociedade democrática cujo direito fundamental se constitui na livre escolha, que cada um tenha o direito de escolher em que acreditar (PL 8099/2014, p.3).

Apesar de não haver ligação direta (em princípio), no que concerne à elaboração dos projetos de lei brasileiros e o movimento de *design* inteligente, percebe-se que no Brasil se utiliza da mesma estratégia adotada nos Estados Unidos desde a aparição do “documento Wedge”: já que não parece possível banir ou substituir o ensino da teoria evolutiva pelo criacionismo, o que se quer é inserir o último no currículo escolar complementarmente, apelando aos princípios democráticos. Além disso, Branch e Scott ressaltam que, “não sendo mais capazes de manter a evolução fora das salas de aula de ciências das escolas públicas, os criacionistas começaram a retratar o criacionismo como uma alternativa cientificamente crível, batizando-a de ciência da criação ou criacionismo científico” (Branch & Scott, 2009, p. 93).

Adicionalmente, vários projetos de lei têm surgido com o intuito de regulamentar o ensino domiciliar, como o PL 3179/2012 do deputado Lincoln Portela e o PL 2401/2019, proveniente do poder executivo. Essa prática é amplamente utilizada nos Estados Unidos e, entre outros motivos, é utilizada por pais que discordam do sistema de ensino e dos seus valores. A coordenadora da ONG Ação Educativa, Denise Carreira, doutora em educação, explica a motivação dos autores dos projetos de lei em entrevista ao portal da câmara dos deputados quando

⁷ Fundamentalismo é um movimento que tem por objetiva voltar aos princípios fundamentais, ou vigentes na fundação do grupo religioso. É preservar as bases doutrinárias, é não permitir que os “modismos” entrem em suas religiões.

diz que “Muitas destas famílias defendem o criacionismo, que é uma perspectiva religiosa da evolução da humanidade. E não querem que suas crianças entrem em contato com outras visões” (Carreira, 2018).

Um dos mais atuantes intelectuais do *design* inteligente no Brasil é Marcos Nogueira Eberlin. Como químico, ele tem várias publicações em sua carreira científica. Em 2018 publicou o livro *Fomos planejados: a maior descoberta científica de todos os tempos*, pela Editora Mackenzie, com participação do *Discovery Institute* ao *design* inteligente em periódicos revisados por pares. Em uma entrevista concedida em 2018, Eberlin afirmou: “A evolução faliu, não conseguimos explicar a complexidade da vida. Estamos mantendo viva a ciência dos mortos-vivos, a ‘zumbi science’, como se tivéssemos apenas uma opção” (O Tempo, 2018).

A ausência de hipóteses testáveis e de publicações em periódicos revisados por pares mostra a limitação do movimento de *design* inteligente do ponto de vista da credibilidade científica. Behe e Eberlin, apesar de suas publicações em suas respectivas áreas científicas, não publicaram artigos acadêmicos sobre *Design* inteligente.⁸

Lucas Braga, em sua dissertação *Entre a fé e a ciência: uma análise sobre a teoria do design inteligente* comentou sobre este aspecto ao se referir à entrevista que teve com Eberlin:

Questionei Eberlin se ele já havia publicado algum artigo científico sobre a TDI9 e ele afirmou que nunca o havia feito, ainda que possuísse diversos textos que tratavam do assunto. Também perguntei se pretendia publicar artigos sobre a TDI em revistas científicas, ele afirmou que até aquele momento não havia escrito nenhum artigo com esse conteúdo para publicação, mas que poderia vir a fazê-lo num futuro não especificado (Braga, 2014, p. 53).

Se não houvesse pretensões científicas nas ideias sobre o *design* inteligente defendidas por Eberlin, não haveria motivos para nos referirmos a ele no presente artigo. Como mencionamos anteriormente, o subtítulo do seu livro *Fomos planejados* é “A maior *descoberta científica* de

⁸ Muitos adeptos do *design* inteligente queixam-se de que os periódicos científicos em circulação, não aceitam artigos defendendo o *design* inteligente. A nosso ver, trata-se mais de um jogo retórico uma vez que o *design* inteligente não é compatível com o naturalismo epistemológico característico das ciências

⁹ Teoria do *Design* inteligente.

todos os tempos”, ou seja, assim como os proponentes do *Design* inteligente americanos na última década do século passado adaptaram o criacionismo ao linguajar científico, o autor, nitidamente, tem feito o mesmo.

Por fim, em 2020 foi empossado o novo presidente da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Benedito Guimarães Aguiar Neto que é ex-reitor da Universidade Presbiteriana Mackenzie, criacionista e defensor do *Design* inteligente. Em outubro passado, em uma entrevista por ocasião do 2º congresso de *Design* inteligente, Aguiar Neto declarou em nota publicada no portal da universidade:

Queremos colocar um contraponto à Teoria da Evolução e disseminar que a ideia da existência de um Design inteligente pode estar presente a partir da educação básica, de uma maneira que podemos, com argumentos científicos, discutir o criacionismo” (2019, *apud* Folha de São Paulo, 25/01/2020).

Embora o novo coordenador não tenha poder para atuar na esfera de ensino fundamental, uma das competências da CAPES é avaliar os cursos de pós-graduação e, conseqüentemente, o número de bolsas que cada um receberá. Além disso, poderia permitir o credenciamento de cursos ligados ao DI que até então não poderiam ser aprovados segundo os pré-requisitos exigidos pela CAPES.

6 CONCLUSÃO

É possível argumentar então que os conceitos defendidos pelos proponentes do *design* inteligente não têm correspondência nas evidências científicas discutidas por eles, mas, paradoxalmente lado, que é essencial ao próprio movimento apresentar legitimidade científica perante o público. Boudry comenta a respeito:

À luz dessas evasões, pode-se perguntar se há alguma quantia de evidência genética comparativa ou algum nível de reconstrução evolutiva que faria Behe e seus aliados abandonarem suas reivindicações de Design. [...] De fato, quando pressionado pelo conhecimento científico disponível de um sistema complexo particular que ele cita, Behe deixou claro que “apenas uma descrição completa, quantitativa e totalmente detalhada do que realmente aconteceu ao longo dos tempos o converceria de sua origem evolutiva” (Boudry, 2010, p.478).

Entre os assuntos ainda hoje disputados intensamente no contexto das “Guerras culturais” (*Culture Wars*) nos Estados Unidos estão o aborto (Villaméa & Tarantino, 2019), sexualidade e gênero (Machado, 2018), vacinação (Ferraz, 2019) etc. Há também no Brasil um crescimento do fundamentalismo religioso nas últimas décadas, como pode ser percebido pelas pautas conservadoras no debate público. Dessa forma, a discussão sobre a legitimidade da teoria evolutiva pode não parecer tão essencial perante questões que têm influência direta na vida dos indivíduos como as mencionadas acima. Mas, como se argumentou anteriormente em relação à imutabilidade dos seres vivos, estas também são questões derivadas de uma interpretação fundamentalista do texto religioso e, por isso, interligadas.

A separação entre Igreja e Estado não foi apenas uma ideia de John Locke (1632-1704) no século XVII e que vigorou imediatamente. Faz parte de um debate que se iniciou no século IV, com as reflexões de Santo Agostinho em Cidade de Deus e que vem ocorrendo ainda hoje. A atualidade do debate é manifesta pelos vários julgamentos que ocorreram durante o último século nos Estados Unidos e que reforçaram essa separação. Também a academia e seus divulgadores científicos têm tido participação no esclarecimento das objeções à teoria evolutiva apresentadas pelos movimentos criacionistas. No Brasil, isso precisa ser feito, de forma contínua e didática, em resposta às contestações levantadas por movimentos religiosos. Se considerarmos que a raiz desse conflito não é uma questão científica e sim uma questão teológica com profundas implicações na relação do fiel consigo mesmo e com o mundo, pode-se argumentar que ele persistirá enquanto houver interpretações fundamentalistas de textos religiosos e não se der respostas satisfatórias a todos esses questionamentos. O agravante no caso brasileiro é que muitos legisladores também são pastores ou líderes religiosos de outras denominações. A influência do *design* inteligente no Brasil ainda é limitada, mas o terreno é fértil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, Alka; EASTMAN, Quinn M.; SCHATZ, David G. Transposition mediated by RAG1 and RAG2 and its implications for the evolution of the immune system. *Nature*, **394** (1): 744-751, 1998.

- ALVES, Damares. 1 Vídeo (2 min). G1.GLOBO.COM. Em vídeo, Damares Alves diz que igreja evangélica perdeu espaço nas escolas para a ciência. Disponível em: <<https://g1.globo.com/politica/noticia/2019/01/09/em-video-ministra-dos-direitos-humanos-critica-adocao-da-teoria-da-evolucao-nas-escolas.ghtml>>. Acesso em: 11 jan. 2020.
- BEHE, Michael J. *A caixa preta de Darwin: O desafio bioquímico à teoria da evolução*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.
- . *Debating Design: From Darwin to DNA*. England: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 2004.
- . *Darwin devolves: The new science about DNA that challenges evolution*. New York: Harper One, 2019.
- . Kitzmiller v. Dover Area School District: depoimento. [19 de outubro, 2005]. Pennsylvania: Descrição do julgamento. Disponível em <https://ncse.ngo/files/pub/legal/kitzmiller/trial_transcripts/2005_1019_day12_am.pdf>.
- BOUDRY, Maarten; BLANCHE, Stefaan; BRAECKMAN, Johan. Irreducible incoherence and intelligent Design: A look into the conceptual toolbox of a pseudoscience. *The Quarterly Review Of Biology*, Chicago, **85** (4): 473-482, 2010.
- BRAGA, Lucas. *Entre a fé e a ciência: uma análise sobre a teoria do Design inteligente*. São Paulo, 2016. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/305055/1/Braga_Lucas_M.pdf>.
- BRANCH, Glenn; SCOTT, Eugenie C. The latest face of creationism in the classroom. *Scientific American*, **300** (1): 92-99, 2009.
- BRANCH, Glenn; SCOTT, Eugenie C.; ROSENAU, Joshua. Dispatches from the evolution wars: shifting tactics and expanding battlefields. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, **11** (1): 317-338, 2010.
- CARREIRA Denise. CAMARA.LEG.BR. Autor de projeto vai atuar pela aprovação do ensino domiciliar. 2018. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/545069-autor-de-projeto-vai-atuar-pela-aprovacao-do-ensino-domiciliar/>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

- CONGRESSO BRASILEIRO DE DESIGN INTELIGENTE, nº1, 2014, São Paulo.
- DATAFOLHA. 59% acreditam na evolução entre as espécies, sob o comando de Deus. Disponível em: <<http://datafolha.folha.uol.com.br/opiniaopublica/2010/04/1223573-59-acreditam-na-evolucao-entre-as-especies-sob-o-comando-de-deus.shtml>>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- DEMBSKI. *No free lunch: why Specified complexity cannot be purchased without intelligence*. Maryland: Rowman & Littlefield publishers, 2002.
- DIAP. Reação conservadora no Congresso: bancadas ruralista e evangélica. Disponível em: <http://www.diap.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17212:reacao-conservadora-no-congresso-bancadas-ruralista-e-evangelica>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- DOOLITTLE, Russell F. Step-by-step evolution of vertebrate blood coagulation. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, **74** (1): 35-40, 2009. Disponível em: <<http://symposium.cshlp.org/content/74/35>>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- FERRAZ, Lucas. Movimento antivacina: como combater essa onda que ameaça sua saúde?. Galileu, outubro/2019. Saúde. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Saude/noticia/2019/10/movimento-antivacina-como-combater-essa-onda-que-ameaca-sua-saude.html>>. Acesso em: 10 jul. 2019.
- FOLHA DE SÃO PAULO. Novo presidente da Capes defende criacionismo em ‘contraponto à teoria da evolução’. 24 de Jan. de 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2020/01/novo-presidente-da-capes-defende-criacionismo-em-contraponto-a-teoria-da-evolucao.shtml>>.
- FREUD, Sigmund S. *Conferências Introdutórias sobre Psicanálise: Parte III*. Trad. Jose Luis Meurer. Rio de Janeiro: Imago, 1969.
- FORREST, Barbara; GROSS, Paul R. *Creationism's trojan horse: the wedge of Intelligent Design*. New York: Oxford University Press, 2004.
- FORREST, Barbara Carroll.; GROSS, Paul R. Biochemistry by Design. *CELL: Trends in Biochemical Sciences*, **32** (7): 302, 2007.
- GOULD, Stephen Jay. *The panda's thumb*. New York: W. W., 1980.

- GOULD, Stephen Jay; VRBA, Elisabeth S. Exaptation - A Missing Term in the Science of Form. *Paleobiology*, Cambridge, **38** (1): 4-15, 1982.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000: Características gerais da população. Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro.
- LENTS, Nathan H., SWAMIDASS S. Joshua, e LENSKI, Richard L. The End of Evolution?. *Science*. **363**(6427): 590, 2019.
- MACHADO, Maria das Dores Campos. O discurso cristão sobre a “ideologia de gênero”. *Revista Estudos Feministas*, Florianópolis, **26** (2): 1-18, 2018.
- MAYR, Ernst. Darwin’s impact on Modern thought. *Proceedings of the American Philosophical Society*, **139** (4): 317-325, 1995.
- NUMBERS, Ronald L. *The history of science and religion in the Western tradition: an encyclopedia*. New York: Garland Publishing, 2000.
- O TEMPO. Universo tem Design inteligente. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/interessa/universo-tem-Design-inteligente-1.1558463>>. Acesso em: 11 jul. 2019.
- PALLEN, Mark J.; MATZKE, Nicholas J. From the origin of species to the origin of bacterial flagella. *Nature Reviews Microbiology*, **4** (10), 784-790 2006.
- PENNOCK, Robert T. Tower of Babel: The evidence against the new creationism. Massachusetts: The MIT press, 1999.
- PIGLIUCCI, Massimo. *Denying evolution: creationism, scientism, and the nature of science*. England: Oxford University Press, 2002.
- PROJETO DE LEI N° 8.099, de 2014. Câmara dos Deputados, Brasil. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1288634>.
- ROSS, Erin. Revamped ‘anti-science’ education bills in United States find success. *Nature*, 2017. Disponível em: <doi:10.1038/nature.2017.21986>. Acesso em: 29 out. 2019.
- SCOTT, Eugenie C. *Evolution vs. Creationism: an introduction*. 2. ed. Los Angeles: University of California Press, 2009.

VILLAMÉA Luiza; TARANTINO Mônica; EL PAÍS. *Como o lobby contra o aborto avança no Brasil*. Disponível em: <https://brasil.el-pais.com/brasil/2019/04/24/politica/1556137351_969753.html>. Acesso em: 10 jul. 2019.

Data de submissão: 25/04/2020

Aprovado para publicação: 01/08/2020

A filosofia da evolução em *The ecology of freedom*: potencialidades e cautelas no ensino de biologia e educação ambiental

Diógenes Valdanha Neto *

Resumo: A teoria da evolução biológica é uma das bases requisitadas interdisciplinarmente para melhor tratar de temas ambientais emergentes. Este artigo tem por objetivo discutir sobre as leituras filosóficas acerca da evolução biológica expressas em *The ecology of freedom* (“A ecologia da liberdade”) de autoria de Murray Bookchin publicado em 1982. O livro repercutiu fortemente nos movimentos de militância e também na discussão acadêmica sobre o ambientalismo, e é considerado a base da corrente da ecologia social. Foi desenvolvida uma análise de conteúdo da obra a partir da unidade de registro “evolução”, que permitiu a codificação em categorias e a explicitação de dados e realização de inferências sobre o objeto estudado. A análise mostrou que o autor constrói chaves filosóficas para a compreensão da evolução biológica tecendo considerações sobre o lugar do ser humano nela. As categorias de agrupamento “hierarquia” e “teleologia” permitiram a explicitação de componentes filosóficos com potência para ações educativas, explicitando as denúncias feitas acerca da naturalizada antropomorfização da natureza e dos anúncios de possibilidades de se pautar os temas ambientais a partir da interdependência entre os seres vivos. Os elementos e conexões presentes na obra indicam caminhos para uma melhor inclusão da ecologia social na esfera educacional com uma proposta filosófica acerca da evolução biológica que aproxima aspectos naturais e sociais da ecologia.

Palavras-chave: filosofia da evolução; Bookchin, Murray; anarquismo; ecologia social; ensino de biologia.

* Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Laboratório de Meio Ambiente, Ciência e Educação. Avenida Doutor Randolfo Borges Junior, 1400. Univerdecidade. Uberaba-MG. CEP: 38064-200. E-mail: diogenesvn@gmail.com

The philosophy of evolution in *The ecology of freedom*: potentialities and precautions for biology teaching and environmental education

Abstract: The theory of biological evolution is one of the interdisciplinary bases required to address emerging environmental issues better. This article aims to understand and explain the philosophical readings about organic evolution expressed in Murray Bookchin's *The ecology of freedom* published in 1982. The book had a substantial impact on militancy movements providing an academic discussion of environmentalism. Besides that, it provided the basis of the social ecology. The article presents an analysis of the book developed from the "evolution" record unit, which allowed the coding into categories and the explanation of data and making inferences about the object studied. The analysis shows that the author builds philosophical keys for the understanding of biological evolution by making considerations about the place of the human being in it. The categories "hierarchy" and "teleology" explain the philosophical components of educational actions. They also show issues related to naturalized anthropomorphization of nature and make suggestions of environmental themes based on the interdependence among living beings. The elements and connections present in the book point out to paths for better inclusion of social ecology in the educational sphere with a philosophical proposal about biological evolution bringing together natural and social aspects of ecology.

Keywords: philosophy of evolution; Bookchin, Murray; anarchism; social ecology; biology teaching.

1 INTRODUÇÃO

A teoria darwiniana da evolução biológica encontra, muitas vezes, resistência à sua aceitação na sociedade. De acordo com Silvana Santos (2002), dois aspectos poderiam explicar esse fato: o metafísico e o metodológico. O primeiro por eliminar o agente divino na criação de vida; e o segundo, mais localizado cronologicamente em torno do fim do século XIX e início do XX, por conta da dificuldade de demonstração empírica da teoria à época.

Apesar dos desafios ao ensino da teoria evolutiva, seu papel nas ciências biológicas é considerado central. Por vezes, é defendida sua utilização como eixo organizador do conhecimento biológico trabalhado nas escolas (Araújo, 2019; Meyer & El-Hani, 2005). Conforme apontam Oliveira, Bizzo e Rios (2013), o número de pesquisas relacionadas ao ensino da evolução biológica tem aumentado, e o debate

acerca do ensino dessa teoria se intensificou no Brasil fazendo-se presente tanto na academia quanto em formulações de políticas públicas educacionais – mesmo que de modo controverso.

No ensejo da contemporaneidade, as ciências biológicas têm sido amplamente requisitadas pela sociedade por conta das questões ambientais que se colocam (Moran, 2011; Primack, 2006). Consequência do paradigma civilizatório adotado, a produção de riscos decorrentes da relação social com o meio natural transforma a própria sociedade em objeto de reflexão para si mesma (Beck, 2013). Aos debates e reflexões ambientais, saberes das ciências biológicas são constantemente evocados por conta de sua relevância para a compreensão dos fenômenos e consequências da intervenção humana no meio ambiente (Franzolin, García & Bizzo, 2020; Moran, 2011)

É nesse contexto que se faz relevante, tanto quanto a reflexão sobre as explicações da evolução biológica em materiais didáticos e de formação de professores, a análise do conteúdo e implicações ambientalistas atreladas a essa teoria. Estando em evidência social, o discurso ambientalista traz consigo uma importância nodal na veiculação de saberes das ciências biológicas, em particular acerca da evolução biológica.

Frente a isso, este artigo apresenta uma análise da obra intitulada *The ecology of freedom* (“A ecologia da liberdade”) – escrita pelo filósofo político norte-americano Murray Bookchin e publicada originalmente em 1982 –, com o objetivo principal de compreender e explicitar as leituras filosóficas acerca da evolução biológica expressas pelo autor.

A obra teve grande impacto nos movimentos e campos acadêmicos de estudo das questões ambientais e da ecologia. É considerada pedra fundamental de uma corrente ecológica, a ecologia social, que se faz presente hodiernamente tanto na militância quanto na produção de conhecimento ambiental (Biehl, 2015). Dessa forma, entende-se que uma melhor compreensão da filosofia evolutiva presente na obra permitirá discussões relevantes tanto ao campo da filosofia da biologia quanto para aspectos adjacentes de ensino de evolução, ensino de ecologia, e da educação ambiental.

A ciência ecológica passa a ter uma manifestação como entidade discreta, relacionada ao campo das ciências biológicas, de forma relativamente tardia; o que implica em uma maior fluidez de suas fronteiras

epistemológicas, principalmente quando presente nas esferas do ensino (Motokane & Trivelato, 1999). Parte dessa complexidade se dá pelo fato de que a história da ciência ecológica se mistura com a história do movimento ambientalista (Carvalho, 2011; McCormick, 1992). Lucia Helena Manzochi (1994) identifica a manifestação de diferentes dimensões da noção ecológica presente na sociedade, desde a “ecologia natural”, até os “ecologismos” – que estão relacionados a conjuntos de ideias que visam mobilizar a transformação da relação sociedade-ambiente predominantemente instituída.

No entanto, a presença da ciência ecológica nos currículos é, muitas vezes, predominada por visões reducionistas dos fenômenos da relação entre seres humanos e ambiente; enquanto o imaginário social da ecologia é permeado por discussões mais amplas características do “ecologismo” (Motokane, 2015; Korfiatis, 2005). Isso gera certa disputa dos sentidos atribuídos à ecologia escolar e sua abrangência teórico-conceitual e, por vezes, ideias equivocadas de que os docentes estão diante de uma escolha binária: ou se ensina a ecologia “científica”, a qual poderia estar associada a conceitos estruturantes como o de “evolução”; ou se ensina sob a perspectiva do “ecologismo” e faz-se discussões mais amplas da relação ambiente-sociedade (Motokane, 2015; Manzochi, 1994). A obra aqui analisada pode contribuir com a aproximação de elementos que muitas vezes são distanciados, como o ensino de evolução, ecologia e a educação ambiental.

Para compreender Bookchin ([1982], 2005), cabe lembrar que a visão de mundo anarquista parte de princípios filosóficos que envolvem uma compreensão histórica das relações humanas, e partilha concepções ontológicas de sociedade, ser humano e vida. Considera como fundante na história, a luta que há entre a liberdade e a coerção. Assim, o anarquismo se concretiza, conjuntamente, como filosofia e vertente de ação política. É, dentre os movimentos de esquerda, o mais alinhado com a noção de liberdade; não permitindo a dissociação, em seu corpo de ideias, entre liberdade individual e coletiva (Kropotkin, 2007).

O movimento ácrata² foi relacionado historicamente à qualificação de “libertário”, devido à centralidade que atribui à busca da emancipa-

² A acracia refere-se a um sistema político que nega forças de autoridade. É concebida historicamente como sinônimo de anarquismo.

ção humana nas dimensões econômico-social, intelectual e moral (Accioly-e-Silva, 2011). Consequentemente, essa força unificadora entre ideia e ação que permeia a existência anarquista ressoou nos movimentos educacionais emersos de dentro dessa noosfera. Silvio Gallo (2012) considera que a compreensão de educação pelos anarquistas vai além da instituição escolar, mas também cabe reconhecer que a educação escolar é defendida pelo anarquismo.

Destarte, cabe enfatizar a potência da filosofia e movimento anarquista na criação educacional, como se concretizou nas iniciativas das “Escolas modernas” espalhadas pelo mundo (Gallo, 2012; Accioly-e-Silva, 2011), bem como sua característica de vanguarda em meio ao ambientalismo – com posições revolucionárias desde Jean Jacques Élisée Reclus (1830-1905), geógrafo francês, na segunda metade do século XIX (Reclus, 2010) a pensadores do movimento ambientalista atual, como Bookchin.

2 A ECOLOGIA DA LIBERDADE

O livro em questão foi escrito no contexto de emersão da problemática ambiental como uma questão para a sociedade moderna. Bookchin foi um expositor e pensador de do movimento ecológico. Suas críticas partiam de um ponto de vista anarquista na defesa de uma relação mais racional e ponderada da sociedade humana com a natureza não humana.

A construção da obra possui uma complexa cronologia, dado que, o ator afirma que suas ideias começaram a maturar desde 1952 (Bookchin, [1982], 2005, p. 65), e a escrita foi propriamente iniciada em 1971, tendo os quatro primeiros capítulos sido finalizados em 1972 (*Ibid.*, p. 15). Por suposto, os capítulos finais e a introdução à edição original foram finalizados em data mais próxima à primeira publicação (1982).

Tendo isso, será considerada a ordem de apresentação do livro analisado para a construção das considerações e análises referentes ao objeto aqui focado, mas operando um movimento de articulação de ideias sem necessariamente se ater à ordem que aparecem no livro, sendo importante explicitar que há um movimento entre argumentações mais sintéticas e outras mais constitutivas/exaustivas que permeiam a publicação.

Muito já foi produzido acerca das considerações ecológicas de Bookchin no Brasil e mundo afora (Tokar, 2008). Todavia, há consideravelmente menos produções acerca da filosofia da evolução presente em sua obra e algumas de suas possibilidades de diálogo e recontextualização no ensino de biologia e na educação ambiental. (Best, 1998).

Não obstante, a clássica presença das ideias do autor no debate ambientalista, destaca-se a potencialidade de sua produção para se pensar aspectos filosóficos da Biologia. No prefácio da edição de 2005, o autor afirma que a ecologia social é uma “filosofia da evolução”. Suas ideias, nesse sentido, são construídas em torno de um olhar analítico para a natureza por meio da admissão da existência de duas naturezas: a primeira, “autocriada” e a segunda, “criada pelo ser humano”. A “ecologia da liberdade” busca sintetizá-las em uma terceira, a “natureza livre” – a qual é consciente, pensante e com propósitos.

Bookchin acrescenta que essa natureza pensante é “ética e racional, e não simplesmente fisiológica e bioquímica”. Essas considerações estão em toda a obra, que tem como questão fundamental a seguinte interrogação explicitada na introdução da edição de 1991: “Qual é o lugar da humanidade na evolução natural?”. (Bookchin, [1982], 2005, p. 11).

Ou seja, o autor tem uma compreensão de natureza e ser humano como entidades totalmente sobrepostas, com exceção sobre o fato de que a segunda tem consciência da primeira: o que a torna, ao mesmo tempo, parte e aparte da primeira. Frente a isso, Bookchin (2005) coloca outra questão: “Se nós somos parte da evolução natural que nos produziu, e ao mesmo tempo aparte dela, de quais formas devemos lidar com essa separação?” (Bookchin, [1982], 2005, p. 40).

3 METODOLOGIA

A partir desse panorama justificativo à pertinência do diálogo aprofundado do campo da filosofia da biologia com a obra aqui analisada, foi realizada uma análise de conteúdo (Bardin, 2009) na terceira edição do livro na sua língua original (ínglesa), publicada em 2005 (Bookchin [1982], 2005). Essa edição é acompanhada de uma introdução e capítulos da primeira edição, juntamente com a introdução à segunda edição (1991) e o prefácio à edição de 2005 – escrito pelo próprio autor. O Quadro 01 apresenta a estrutura da obra.

Quadro 01 – Estrutura do livro “A Ecologia da Liberdade”
(Bookchin, 2005)

Capítulo	Página de início
Agradecimentos	8
Prefácio	10
Introdução à edição de 1991	15
Introdução	65
1. O conceito de ecologia social	80
2. A perspectiva da sociedade orgânica	109
3. A emergência da hierarquia	130
4. Epistemologias do poder	159
5. O legado da dominação	191
6. Justiça – igual e exata	215
7. O legado da liberdade	244
8. De santos a comerciantes	271
9. Duas imagens da tecnologia	302
10. A matriz social da tecnologia	325
11. As ambiguidades da liberdade	356
12. Uma sociedade ecológica	411
Epílogo	448
Bibliografia	470
Índice	482

A escolha de incluir na análise esses textos “introdutórios” foi realizada com base nos argumentos apresentados por Bookchin (2005) com relação à “vida própria” que a obra tomou e da necessidade exposta nesses textos introdutórios mais recentes da explicitação de algumas de suas argumentações. A análise de conteúdo permitiu fazer emergir, a partir da leitura flutuante da obra completa, categorias de agrupamento com objetivo de explicitação do conteúdo latente das comunicações acerca da evolução biológica. A única unidade de registro utilizada foi “evolução”. Laurence Bardin (2009 destaca: “a unidade de registro é a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando à categorização e a contagem frequencial”. (Bardin, 2009, p. 130).

Foram também captadas as unidades de contexto que acompanham as unidades de registro para melhor compreensão. Ou seja, busca-se explicitar os contextos mais ampliados que acompanham a unidade de registro de modo a permitir melhor compreensão e seus significados e o agrupamento em categorias de referência. Por fim, como objetivo final da utilização da análise de conteúdo, são feitas inferências a partir desse tratamento textual.

As categorias de agrupamento que emergiram a partir da análise de conteúdo foram “teleologia” e “hierarquia”, considerando alguns padrões de conteúdo que emergiram dos dados (Lune & Berg, 2017). Optou-se por não quantificar unidades de registro, uma vez que para a análise filosófica tal escolha não agregaria em qualidade ao estudo. As próprias categorias de agrupamento já revelam, de modo inicial, aspectos do conteúdo da filosofia evolutiva a obra. Excertos representativos de ambas as categorias são explorados e discutidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões estão apresentados em duas seções. A primeira reúne esquemas filosóficos de Bookchin (2005) que são considerados com potência para contribuir na resolução de alguns dilemas que se colocam à filosofia evolutiva, sobretudo quando operada no universo do ensino de biologia e da educação ambiental. A segunda seção traz algumas conclusões de Bookchin (2005) que podem ser mais controversas e que merecem alguns destaques e discussões.

4.1 Elementos de base e avanços

O agrupamento a partir da categoria de “teleologia” permite revelar que grande parte do desenvolvimento filosófico do autor é destinado a deslocar a noção teleológica de base aristotélica, fortemente presente no senso comum (Solinas, 2015), atribuída à “primeira natureza”, e centralizá-la na ação humana, enfatizando a compreensão de Bookchin (2005) de que há uma responsabilidade especificamente humana existente para explicitar as finalidades de sua ação enquanto espécie que detém consciência de sua consciência. Conforme destaca Bookchin:

[...] O que é de suma importância na determinação de se os seres humanos irão criativamente nutrir a evolução da primeira natureza ou se serão altamente destrutivos a não-humanos e também humanos, é precisamente o tipo de sociedade que estabelecemos, não apenas o tipo de sensibilidade que desenvolvemos.

O que é diferente de afirmar que em uma sociedade ecológica o cordeiro se deitará com o leão, ou que a biosfera estará sedada em uma quietude amorosa com o bálsamo da gentileza humana. Mas a primeira natureza pode, de fato, ser do ponto de vista biótico tornada mais fértil para não-humanos, bem como para a vida humana. E a intervenção de uma racionalidade humana e técnicas ecologicamente orientadas poderia nutrir) muitos avanços evolutivos – avanços que iriam diminuir os efeitos danosos dos acidentes prejudiciais e eventos casuais que podem ocorrer quando a evolução é deixada apenas à “Mãe Natureza³”. Reitero, dependendo do tipo de sociedade que produzamos, um novo reino de possibilidades pode emergir, no qual a necessidade cega pode ser substituída por uma racionalidade clara, e sofrimento desnecessário pode ser diminuído pelo interesse e cuidado humano. (Bookchin, [1982] 2005, p. 34)

A proposta de Bookchin, em termos de filosofia evolutiva, equaciona aspectos teóricos e práticos da questão da teleologia em relação à evolução biológica. Por vezes, reflexões simplistas sobre a ausência de direcionamento e intencionalidade na evolução biológica faz com que cientistas tentem deslocar esses fenômenos para a esfera (cultural) da ação humana, tentando legitimar constructos sociais como se fossem livres da dimensão política e apenas uma manifestação da natureza, dado que a humanidade é também parte do reino animal.

Nesse sentido, na contemporaneidade pode-se dizer que afirmações do tipo “a extinção de espécies é um processo natural, pois sempre aconteceu”, por exemplo, se descontextualizada, é mais útil a um escamoteamento da dimensão antropogênica da inédita taxa e velocidade de extinção de espécies no Antropoceno (Roe, 2019); do que a uma

³ Aqui Bookchin faz uma ironia a propostas associadas à perspectiva da “Ecologia Profunda” e à compreensão do planeta como um ser vivo: Gaia, Pachamama, entre outras. O autor argumenta que esse tipo de constructo está fadado a projeções antropomorfizadas para o mundo natural que não auxiliam na superação de questões ecológicas e sociais concretas.

compreensão mais ampla dos fenômenos ecológicos ao longo da história natural. Bookchin comenta:

[...] Porque, de um modo muito amplo, tudo é “natural”, dado que existe – certamente no nível subatômico, seja uma mesa de plástico ou lobos da tundra do Alasca. “Natureza”, definida em seu sentido puramente “materialista”, pode ser toda abrangente, e, em seu próprio sentido, mais precisa do que os usos limitados e metafóricos do termo. Porém, de um ponto de vista ecológico, uma definição tão escorregadia é simplesmente inerte e desprovida do todo importante atributo ético que chamamos de sentido. (Bookchin, [1982], 2005, p. 22)

O autor faz uma proposta de separação das naturezas que permite conclusões filosóficas originais. À primeira natureza – “autocriada” – não cabe o pensamento teleológico. Todavia, à segunda natureza – “criada pelo ser humano” – a intencionalidade das ações é um imperativo ético. É assim que se sintetiza a formulação do que Bookchin (2005) chama de “natureza livre”, uma terceira natureza que congregue primeira e segunda natureza em comportamentos e modos de vida biofilicos⁴. Os quais, com uma certa gestão da segunda natureza, podem inclusive promover um aumento da primeira.

A conclusão dessa chave filosófica se aproxima da noção mais difundida e mobilizada atualmente no meio ambientalista, a de sustentabilidade. A sustentabilidade é um novo valor que coloca como necessária a gestão das atitudes sociais perante a natureza humana e não humana, colocando, mesmo que por vezes de modo escamoteado em um discurso empresarial, as questões éticas da relação ser humano-ser humano e ambiente-sociedade (Veiga, 2010; Ferreira, 2005).

De modo complementar nessa conformação filosófica, a categoria “hierarquia” é também proeminente, fazendo emergir outro aspecto essencial na “ecologia da liberdade”: o combate à antropomorfização e hierarquização do mundo natural – e, conseqüentemente, como defende o autor, do humano. A essência do posicionamento de Bookchin sobre a evolução biológica, a qual está íntima e dialeticamente ligada à sua crítica social, pauta-se no combate à mediação antropomórfica e

⁴ O termo “biofilia” significa, etimologicamente, amor à vida. Tem sido utilizado nas ciências biológicas e humanas para designar atitudes de preservação e fomento à existência de formas de vida humanas e não humanas.

ideológica que é lançada ao olhar sobre a natureza. Como expressa Bookchin:

[...] a ecologia não conhece um “rei das feras” ou “seres inferiores” (esses termos vêm da nossa mentalidade hierárquica).” E é desses meandros que parte a crítica social do autor, a partir de uma sóbria compreensão da evolução biológica. (Bookchin, [1982], 2005, p. 69)

Não obstante o esforço das ciências modernas para a compreensão da natureza nela mesma, evitando iniciativas de antropomorfização outrora consagradas e hegemonicamente aceitas (Thomas, 1996), essa questão muitas vezes é um dilema para ações da Educação Ambiental. Alguns estudos e práticas indicam que a antropomorfização da natureza é uma estratégia eficaz para gerar uma sensação de identificação do ser humano com a fauna e flora, resultando em comportamentos mais conservacionistas da natureza (Tam, 2014; Tam, 2015). Não obstante, estimular a veiculação de mensagens antropomorfizadas da natureza vai na contramão de ações mais atentas à compreensão científica da realidade. Nesse sentido, a proposta de Bookchin (2005) para lidar com esse dilema está ligada à categoria de hierarquização.

Bookchin explica que é muito comum que iniciativas de antropomorfização da natureza manifestem aspectos da hierarquização da sociedade humana. Como a ideia de que uma sociedade de abelhas seja homóloga à uma monarquia (e vice-versa). Assim, propõe que esse fenômeno seja combatido com a explicitação da “interdependência” das espécies, e não sua hierarquia. Ele comenta:

Dizer que os seres humanos são mais avançados do que outras formas de vida simplesmente sugere o fato de que eles são mais complexos, mais diferenciados, ou mais amplamente dotados de certos atributos valoráveis do que outros. Deixe-me enfatizar que esse fato, por si só, não significa que os seres humanos estabelecem relações hierárquicas com a natureza não-humana. Embora possamos ser um grupo altamente complexo e subjetivo de organismos, somos, na verdade, mais dependentes do fitoplâncton nos mares – organismos muito simples – que nos fornecem grande parte do oxigênio atmosférico, do que eles são dependentes de nós [...]. (Bookchin, [1982], 2005, p. 25)

Compreende-se que essa construção filosófica abre possibilidades mais fecundas para o ensino de questões das ciências biológicas por meio de uma compreensão mais acurada das relações ecológicas, e com

maior potencial conservacionista do que a visão antropomorfizada dos seres vivos não humanos. É claro que essas assertivas podem ser colocadas à prova por estudos quantitativos, ou mesmo qualitativos, com público alvo diverso. Mas para isso seria necessária a elaboração e aplicação de processos educativos pautados nessa visão de interdependência entre os seres – perspectiva que não está estabelecida no senso comum, como a antropomorfização da natureza.

Reconhecidas algumas potencialidades para o ensino de biologia e a educação ambiental que a base filosófica da teoria da evolução presente na obra “ecologia da liberdade”, serão tecidas algumas considerações sobre elementos que são considerados como mais controversos e que necessitam de maior ponderação em sua análise e avaliação.

4.2 Elementos de algumas conclusões controversas

A ênfase que Bookchin (2005) dá à interdependência entre as formas de vida, atrelada à constatação que recebe bastante luz nas argumentações do autor – a de que a vida foi originada em formas simples e foi se complexificando – leva a algumas assertivas contestáveis. Em suas palavras:

Se assumirmos que o impulso da evolução natural foi em direção ao aumento da complexidade, que a colonização do planeta pela vida só foi possível como resultado da variedade biótica, um reescalonamento prudente da arrogância humana deve exigir cautela nos processos naturais perturbadores. Que os seres vivos, que surgiram eras atrás de seu habitat aquático primordial para colonizar as áreas mais inóspitas da Terra, criaram a rica biosfera que agora a cobre, só foi possível devido à incrível mutabilidade da vida e ao enorme legado de formas de vida herdadas de seu longo desenvolvimento. Muitas dessas formas de vida, mesmo as mais primárias e mais simples, nunca desapareceram – por mais que tenham sido modificadas pela evolução. As formas simples de algas que marcaram o início da vida vegetal e os invertebrados simples que marcaram o início da vida animal ainda existem em grande número. Eles compreendem as pré-condições para a existência de seres orgânicos mais complexos aos quais fornecem sustento, as fontes de decomposição e até o oxigênio atmosférico e o dióxido de carbono. Embora eles possam preceder as plantas “superiores” e os mamíferos por mais de um bilhão de anos, eles se relacionam com seus descendentes mais complexos em ecossistemas muitas vezes indissociáveis. (Bookchin, [1982], 2005, p. 89)

Primeiramente cabe ponderar que o fato de a vida ter se originado em formas mais simples, e depois ter adquirido maior complexidade, não quer dizer que esse seja um “funcionamento natural” do processo evolutivo como se houvesse uma direção para ele. Ora, como poderia a vida ter tido origem em formas complexas e paulatinamente se simplificado? Essa questão explícita que esse fato ao qual Bookchin dá tanto destaque não passa de uma mera descrição do processo, com muitas limitações para se fazer inferências sobre o comportamento humano.

Não obstante, o autor assume uma moldura para o processo evolutivo no qual há uma direção do mais simples ao complexo, e que deveria ser fomentada de modo consciente pelos humanos. Defende a ideia de que as relações estabelecidas entre ambiente e sociedade estão na contramão do processo evolutivo “natural”.

Após cerca de dez milênios de uma evolução social muito ambígua, precisamos entrar novamente na evolução natural – não apenas para sobreviver às perspectivas de catástrofe ecológica e imolação nuclear, mas também para recuperar nossa própria fecundidade no mundo da vida. Não quero dizer que devamos retornar às formas primitivas de vida de nossos ancestrais, ou render a atividade técnica a uma imagem pastoral de passividade e aquiescência bucólica. Difamamos o mundo natural quando negamos sua atividade, esforço, criatividade e desenvolvimento, bem como sua subjetividade. A natureza nunca está dopada⁵. Nossa reentrada na evolução natural não é menos uma humanização da natureza do que uma naturalização da humanidade. (Bookchin, [1982], 2005, p. 411)

Destarte, percebe-se que o autor considera que os comportamentos humanos mediados por um sistema econômico que sustenta sociedades hierárquicas seriam um desvio da “evolução natural”. E que ao abrir mão desses modos sociais e culturais de existência se estaria aderindo novamente no processo evolutivo “natural”. Essas ideias de conclusão a partir de sua base filosófica evolutiva transcendem o próprio raciocínio antropológico do autor que reconhece a complexidade da manifestação da natureza humana em meio a um ambiente social e

⁵ O autor utiliza essa noção para desenvolver seu argumento de que, apesar dos “desvios” que os seres humanos tomaram de seu caminho “natural” na evolução, a natureza permanece lúcida em sua via de crescente complexificação.

cultural que muitas vezes influenciará em condições inclusive fisiológicas desses seres, como as capacidades de raciocínio e comunicação.

Que o modo e intencionalidade que a humanidade irá se relacionar com a primeira natureza envolve imperativos éticos, não há dúvidas – pelo menos para quem compreende a grandiosidade da consciência da consciência que está presente na condição humana. Todavia, isso não quer dizer que ao não se comportar do modo como Bookchin entende como o único “naturalmente” ético, estamos “revertendo o curso a evolução natural”. Essa é conclusão descabida em termos estritamente biológicos (que não atribuem finalidade à constante diversificação de formas de vida existentes), mas justificada quando contextualizada em um posicionamento político que deve ser assumido e explicitado. Bookchin afirma:

Somente o desejo mais espontâneo de ser natural – isto é, ser fecundo, criativo e intrinsecamente humano, pode agora justificar nosso direito de reentrar na evolução natural como seres sociais conscientes. (Bookchin, [1982], 2005, p. 412)

As críticas de Bookchin ao caráter ideológico das transposições que são feitas para o mundo natural a partir da sociedade humana – como a ideia de um “rei das feras”, ou mesmo de uma “abelha rainha” – explicitam aspectos muitas vezes naturalizados, inclusive nos meios acadêmicos, e podem auxiliar a pensar a formação dos cientistas e educadores em ciências e ambientais. Todavia, é preciso atentar para não se fazer um movimento de transposição análogo do funcionamento do processo de evolução para o mundo da cultura. Considerar que os milênios de sociedades hierárquicas, como destacado pelo autor, seriam um desvio do processo evolutivo natural, é uma forma escamoteada de também defender uma ideologia – no caso, a anarquista. Fatores já apontados, de outro modo, por Alan P. Rudy (1998).

A crença do autor de que deva haver um “desejo espontâneo” de ser “natural” pode eximir os sujeitos do papel ativo de construtores da história e da sociedade humana. Comunica-se a imagem de que há uma crença de que os dominadores das sociedades hierárquicas arquitetam as peças e que a grande massa social apenas executa decisões tomadas por outrem. Ora, o poder de condicionamento que o sistema econômico estabelece em uma sociedade é bastante discutido nas ciências

sociais, como também é a compreensão de que os seres humanos cotidianamente constroem sua realidade social (em um jogo de disputas).

Essa própria ideia é a que sustenta, no campo da educação crítica, autores como Paulo Freire (2013), que reconhecem os condicionantes sociais, mas também o potencial educativo de transformação da realidade individual e social para a construção de uma outra sociedade. Esse tipo de mudança não será nutrido por um “desejo espontâneo”, mas sim por meio da racionalidade e muitas ações articuladas de formação e defesa da participação social efetiva na tomada de decisões importantes para a sociedade.

É claro que as narrativas científicas e filosóficas sempre estarão permeadas de aspectos de orientação política. No entanto, ao fazer uma defesa da potência da filosofia da evolução da “ecologia da liberdade” para ações de ensino de biologia e educação ambiental, é responsabilidade também buscar explicitar que algumas das conclusões do autor fazer sentido apenas dentro de uma chave da filosofia anarquista misturada a seu posicionamento político. Para educadores é especialmente importante a condição de identificar esses embasamentos e permitir a pluralidade de ideias nos espaços educativos com relação a aspectos que lhe são pertinentes – atentando para que a valorização dessa pluralidade não sirva para uma defesa da irracionalidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida mostra que, em *The ecology of freedom*, Bookchin constrói chaves filosóficas para a compreensão da evolução biológica e o lugar do ser humano nela de modo criativo. Isso pode contribuir para a produção de materiais e ações de ensino de biologia e educação ambiental. As categorias de agrupamento “hierarquia” e “teleologia” permitiram a explicitação dos componentes filosóficos de maior potencialidade para ações educativas.

O modo como Bookchin distingue a teleologia “natural” da necessidade de se pensar finalidades para as ações humanas é uma possibilidade fecunda de avançar em um falso debate por vezes colocado no âmbito ambientalista. Este transpõe a ausência de sentido na evolução biológica para uma desejada (como se fosse possível) ausência de sentido na ação humana. Esse quadro nada tem a ver com o anarquismo,

filosoficamente fundado, que combate a autoridade, mas não a ordem (social).

Em diálogo com o que Manzochi (1994) já apontava, está colocada a necessidade do ensino de biologia em geral, e especificamente o de ecologia, lidar com a complexidade agregada à noção de “ecologia” na sociedade, não bastando limitá-la às discussões de funcionamentos da natureza não humana em sala de aula. Motokane (2015) comenta que, apesar de os “ecologismos” se fazerem presentes na esfera curricular, pouco se apresenta sobre a perspectiva da ecologia social. Elementos e conexões conceituais presentes em Bookchin (2005), e aqui explicitados, apontam caminhos para que essa realidade se transforme ao produzir uma proposição filosófica acerca da evolução biológica que une aspectos naturais e sociais da ecologia. Todavia, cabe lembrar que experiências empíricas e produções curriculares com algumas das categorias do autor ainda carecem de produção e maiores estudos de sua repercussão.

Também, apresentam-se alguns alertas para conclusões presentes em *The ecology of freedom* que têm componentes ideológicos mediando suas assertivas de modo escamoteado – para o leitor desatento, uma vez que o autor assume seu posicionamento e militância anarquista. Essas conclusões podem também ser utilizadas em processo educativos, mas a elas cabem problematizações e discordâncias que não necessariamente desacreditam toda a obra do autor e as bases filosóficas que utiliza para discutir a evolução biológica.

Colocando o desenvolvimento da Biologia em paralelo com o da Física, Marco Solinas (2015) ressalta que na primeira não foi a matematização/positivação que possibilitou a fundação de um novo paradigma, mas sim a historicização do mundo natural, pautada na teoria darwiniana da descendência com modificação por variação e seleção. O apelo às causas finais foi substituído por Darwin pela abordagem genealógica, na qual o processo de desenvolvimento dos órgãos/adaptações é historicizado. Frente a esse importante movimento epistêmico e filosófico na biologia, a obra de Bookchin (2005) oferece elementos para, além do combate à antromorfização da natureza, uma abordagem filosófica de questões sociais humanas atreladas ao ensino de biologia e à educação ambiental.

Em coro à defesa da inclusão de elementos da história e filosofia da ciência no currículo escolar, Murray Bookchin (2005) carece de maior visibilidade nas discussões brasileiras – inclusive pelo fato de não haver sequer tradução para o português do livro aqui analisado. Espera-se que o conteúdo veiculado e discutido neste artigo possa servir como combustível às discussões da inclusão de aspectos da história e filosofia da ciência no cotidiano escolar e educacional mais amplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY E SILVA, Doris. Anarquistas: criação cultural, invenção pedagógica. *Educação & Sociedade*, **32** (114): 87-102, 2011.
- ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison. A evolução como tema central e unificador no ensino de biologia: questões históricas e filosóficas. *Filosofia e História da Biologia*, **14** (2): 229-250, 2019.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. 5ª edição revista e ampliada Lisboa: Edições 70, 2009.
- BECK, Ulrich. *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*. 2ª edição, 1ª reimpressão. São Paulo: Editora 34, 2013.
- BEST, Steven. Murray Bookchin's theory of social ecology: an appraisal of the Ecology of Freedom. *Organization & Environment*, **11** (03): 334-353, 1998.
- BIEHL, Janet. *Ecology or catastrophe: the life of Murray Bookchin*. Oxford: Oxford University Press, 2015.
- BOOKCHIN, Murray. [1982]. *The ecology of freedom: the emergence and dissolution of hierarchy*. 3ª ed. Oakland: AK Press, 2005.
- CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. *Educação Ambiental: a Formação do Sujeito Ecológico*. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FERREIRA, Leila da Costa. Sustentabilidade: Uma abordagem histórica da sustentabilidade. Pp: 315-321. in: FERRARO JÚNIOR, Luiz Antonio. (org.). *Encontros e Caminhos: formação de educadoras(es) e coletivos educadores*. Brasília: MMA, 2005. Disponível em: < https://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/encontros.pdf >.
- FRANZOLIN, Fernanda; GARCIA, Paulo S; BIZZO, Nelio. Amazon conservation and students' interests for biodiversity: the need to boost science education in Brazil. *Science Advances*, **6** (35): eabb0110, 2020.

- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 54ª edição revista e atualizada. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2013.
- GALLO, Silvio. Anarquismo e educação: os desafios para uma pedagogia libertária hoje. *Política & Trabalho*, **36**: 169-186, 2012.
- KORFIATIS, Konstantinos J. Environmental education and the science of ecology: exploration of an uneasy relationship. *Environmental Education Research*, **11** (2): 235-248, 2005.
- KROPOTKIN, Piotr Alekseievitch. *O princípio anarquista e outros ensaios*. Tradução e organização de Plínio A. Coêlho. São Paulo: Hedra, 2007.
- LUNE, Howard; BERG, Bruce L. *Qualitative research methods for the social sciences*. Global Edition, Londres: Pearson Education Limited, 2017.
- MANZOCHI, Lúcia Helena. *Participação do ensino de ecologia em educação ambiental voltada para a formação da cidadania: a situação das escolas de 2º grau no município de Campinas*. 1994. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/315790>>.
- McCORMICK, John. *Rumo ao paraíso: a história do movimento ambientalista*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.
- MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo, SP: Editora UNESP, 2005.
- MORAN, Emilio. *Meio ambiente e ciências sociais: interações homem-ambiente e sustentabilidade*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011.
- MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, **17**: 115-138, 2015.
- MOTOKANE, Marcelo Tadeu; TRIVELATO, Sílvia L.F. Reflexões Sobre O Ensino De Ecologia No Ensino Médio. Pp: 1-11. in: MOREIRA, Marco Antônio; OSTERMANN, Fernanda. (org.) *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 1999. Disponível em: <<http://www.abrapec-net.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/G32.pdf>>.
- OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio; RIOS, Helenadja Motta. Ensino-aprendizagem da evolução biológica nas pesquisas acadêmicas brasileiras. Pp: 83-112. in: BIZZO, Nelio;

- PELLEGRINI, Giuseppe. (org.). *Os jovens e a ciência*. Curitiba: Editora CRV, 2013.
- PRIMACK, Richard B. *Essentials of Conservation Biology*. 5ª ed. Sunderland : Sinauer Associates, Inc. 2006.
- RECLUS, Jean Jacques Élisée. *A anarquia e os animais*. Tradução e diagramação de Ateneu Diego Giménez. Piracicaba: Ateneu Diego Giménez, 2010.
- ROE, Dilys. Biodiversity loss – more than an environmental emergency. *The Lancet Planetary Health*, **3** (7): e287-e289, 2019.
- RUDY, Alan P. Ecology and anthropology in the work of Murray Bookchin: problems of theory and evidence. *Capitalism Nature Socialism*, **9** (2): 57-90, 1998.
- SANTOS, Silvana. *Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume, 2002.
- SOLINAS, Marco. *From Aristotle's teleology to Darwin's genealogy: the stamp of inutility*. NY/London: Palgrave Macmillan, 2015.
- TAM, Kim-Pong. Anthropomorphism of nature and efficacy in coping with the environmental crisis. *Social Cognition*, **32** (3): 276-296, 2014.
- TAM, Kim-Pong. Are anthropomorphic persuasive appeals effective? The role of the recipient's motivations. *British Journal of Social Psychology*, **54** (1): 187-200, 2015.
- THOMAS, Keith. *O homem e o mundo natural*. Companhia das Letras, 1996.
- TOKAR, Brian. On Bookchin's social ecology and its contributions to social movements. *Capitalism Nature Socialism*, **19** (1): 51-66, 2008.
- VEIGA, José Eli da. *Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor*. São Paulo: SENAC São Paulo, 2010.

Data de submissão: 30/04/2020

Aprovado para publicação: 31/08/2020

La labor paleontológica de Thomas Huxley

Luis Eduardo García-Peralta*

Carlos Pérez-Malvárez#

Guadalupe Bribiesca-Escutia⁺

Resumen: Si toda la vida en la Tierra comparte un ancestro común, con la evolución como mecanismo diversificando gradualmente a través del tiempo, entonces, el registro fósil debería proporcionar formas graduadas intermedias. Sin embargo, para 1859 (año de la publicación de *El origen de las especies*), éstas aún no habían sido descubiertas. Para Charles Darwin (1809-1882), esto representaba una seria objeción a su teoría evolutiva e intentó explicar esta evidencia negativa a través de la imperfección del registro fósil. Por lo tanto, la paleontología era la clave que podía presentar evidencia a favor de la evolución. Thomas Henry Huxley (1825-1895), hallaría formas de transición que unirían grandes grupos animales sin relación aparente, por ejemplo, las aves con los reptiles a través de los dinosaurios. El objetivo del presente trabajo fue llevar a cabo una investigación sobre la obra paleontológica de Thomas Huxley, haciendo un especial énfasis en su apoyo a las ideas evolutivas de Darwin. Se llegó a la conclusión de que su labor paleontológica demostró que los hechos de la paleontología, en lo que concierne a las aves y a los reptiles, no se oponen a la doctrina de la evolución, sino que, al contrario, eran muy parecidos a los que la doctrina nos llevaría a esperar.

Palabras-clave: aves; evolución; paleontología; registro fósil; reptiles

* Museo de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo s/n Col. Ejército de Oriente. Del. Iztapalapa, C.P. 09230, México, D.F. E-mail: garciaperalta.le@hotmail.com

Museo de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo s/n Col. Ejército de Oriente. Del. Iztapalapa, C.P. 09230, México, D.F. E-mail: malvaez@unam.mx

⁺ Museo de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo s/n Col. Ejército de Oriente. Del. Iztapalapa, C.P. 09230, México, D.F. E-mail: biol.evol.fes.zar@gmail.com

The paleontological work of Thomas Huxley

Abstract: If all life on Earth shares a common ancestor, with evolution gradually diversifying over time, then the fossil record should provide intermediate graduated forms. However, by 1859 (year of the publication of *On the origin of species*), these had not yet found. For Charles Darwin (1809-1882), this represented a severe objection to his evolutionary theory, and he attempted to explain this negative evidence through the imperfection of the fossil record. Therefore, paleontology was the key that could present evidence in favor of evolution. Thomas Henry Huxley (1825-1895), would find ways of transition that would unite large animal groups with no apparent relationship, for example, birds with reptiles through dinosaurs. This work aims to discuss Huxley's paleontological work, with particular emphasis on his support for Darwin's evolutionary ideas. It led to the conclusion that his paleontological work showed that the facts, as regards birds and reptiles, do not oppose the doctrine of evolution, but, on the contrary, were very similar to those that the doctrine would lead us to expect.

Keywords: birds; evolution; fossil record; paleontology; reptiles

1 INTRODUCCIÓN

Durante la segunda mitad del siglo XIX, el naturalista británico Thomas Henry Huxley (1825-1895) publicó una serie de documentos paleontológicos presentando evidencias favorables para la evolución (Huxley, 1870a; Huxley, 1875 y Huxley, 1901b). En dichos artículos demostró las características anatómicas en común entre las aves y los dinosaurios, acortando la gran brecha morfológica que aparentemente existía entre aves y reptiles. Además, demostró los patrones de relación y divergencia de los diferentes grupos fósiles de cocodrilos en el transcurrir del tiempo de los diferentes períodos de la Era Mesozoica. Todo esto fue realizado como soporte para la teoría evolutiva de Charles Darwin (1809-1882), la cual sería un gran punto de inflexión para su labor paleontológica.

Para aquellos que conocían a Huxley, su férrea postura evolucionista les debió parecer algo completamente contradictorio a su pasado, pues en sus inicios en el estudio de las ciencias naturales tenía una visión anti-evolucionista. Por lo tanto, resulta sumamente interesante conocer la historia del naturalista que demostró que el registro fósil podía no ser la objeción a la evolución que Darwin había pensado. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue realizar una investigación sobre la

labor paleontológica de Thomas Huxley, haciendo un especial énfasis en su apoyo a las ideas evolutivas de Charles Darwin.

2 LA CARRERA DE UN JOVEN NATURALISTA

Thomas Henry Huxley nació en Londres, el 4 de mayo de 1825. Ingresó al *London University* para estudiar medicina y poco después se afilió al *Royal College of Surgeons*. Debido a su posición económica, no pudo establecer una práctica privada, por lo que se unió a la *Royal Navy* donde permaneció hasta su asignación al *H.M.S. Rattlesnake* en 1846, en una misión para trazar las costas del noreste de Australia. Aunque sirvió bajo las órdenes del cirujano del barco, también se esperaba que realizara investigaciones sobre la vida acuática de la zona. A pesar de que el equipo científico de Huxley era mínimo, realizó un trabajo notable en moluscos y medusas. A su regreso, descubrió que la publicación de sus tratados sobre la vida marina le había convertido en un hombre a tener en cuenta en un fascinante y distinguido mundo de científicos, que ahora lo abrazaban como a uno de los suyos. Su trabajo a bordo del *Rattlesnake*, entre 1850 y 1854, resultó en veinte documentos científicos que le valieron la elección como miembro de la *Royal Society* y acreedor de la *Royal Medal*. Huxley ahora le daría la espalda a la carrera médica de una vez por todas, había alcanzado la fama como naturalista y desde entonces concentró su considerable talento en el avance de la ciencia natural (Szymczak, 2009, p. 100; Williams, 1972, p. 589).

3 HUXLEY Y EL EVOLUCIONISMO DE CHARLES DARWIN

Antes de 1859, Huxley estaba en contra de la idea general de la evolución (Huxley, 1897). En esta oposición estaba apoyado en parte por su agnosticismo¹, que en todas las cosas le hacía singularmente reacio a aceptar cualquier teoría de cualquier tipo, pero principalmente por el hecho de que los libros de los principales partidarios de las concep-

¹ El agnosticismo es la determinación del científico de no considerar nada como verdad que la razón y la experiencia no puedan probar (Gilley & Loades, 1981, p. 299).

ciones evolutivas le impresionaron muy desfavorablemente² (Mitchell, 1900, p. 97). Esto llevó a su amigo Charles Darwin, entonces al borde de proponer la “herejía” de la evolución orgánica, buscar la opinión de Huxley sobre el asunto. Darwin había decidido que podía convencer a la ciencia británica, y al mundo, de la validez de su teoría si podía convencer a Huxley y a dos de sus colegas, Charles Lyell (1797-1875) y Joseph Hooker (1817-1911). Seguro de éstos últimos, menciona en una carta dirigida a Alfred Russel Wallace (1823-1913) el 13 de noviembre de 1859: “Si puedo convertir a Huxley me contentaré” (Darwin, 1887). Por lo tanto, envió a estos científicos una copia de *On the origin of species* (Huxley, L., 1920, p. 92; Szymczak, 2009, p. 101). Huxley se convenció del hecho de la evolución y del pensamiento que Darwin había puesto con éxito a esta antigua doctrina sobre una base científica, sin embargo, no la aceptó sin crítica, pues a lo largo de su vida después de 1859 sostuvo que la selección natural era la hipótesis más probable de un mecanismo evolutivo, pero para él sigue siendo una hipótesis debido a la falta de pruebas experimentales (Williams, 1972, p. 594). Sintió la necesidad de verificar los hechos que otros hombres declararon antes de aceptarlos, sosteniendo que el primer deber del hombre era buscar la verdad y su segundo deber de enseñarla con precisión a los demás. Por esta razón sentía que tenía que verificar las ideas de Darwin antes de que pudiera aceptarlas por completo (Jolyne, 1960, p. 1).

4 LA IMPERFECCIÓN DEL REGISTRO FÓSIL

De acuerdo con Darwin:

En esta doctrina del exterminio de una infinidad de enlaces de conexión, entre los habitantes vivos y extintos del mundo, y en cada período sucesivo entre las especies extintas y aún más antiguas, ¿por qué no todas las formaciones geológicas están cargadas de tales enlaces? ¿Por qué no todas las colecciones de restos fósiles ofrecen evidencia clara de la gradación y la mutación de las formas de vida? [...] Estas son las más obvias y plausibles de las muchas objeciones que se pueden plantear contra su teoría. (Darwin, 1859, p. 463)

² *Philosophie zoologique* de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) y *Vestiges of the natural history of creation* de Robert Chambers (1802-1871).

La ausencia de formas transicionales no descartó la evolución para Huxley, pero creó problemas para un aspecto de la teoría. Las lagunas en el registro fósil contradecían la idea de cambio gradual, de *natura non facit saltum* (la naturaleza no hace saltos)³ (Lyons, 1995, p. 491).

Si toda la vida en la Tierra comparte un antepasado común en el pasado lejano, con la evolución ramificando gradualmente en lugar de hacer “saltos”, entonces el registro fósil debería proporcionar formas graduadas intermedias. Desafortunadamente, estas formas eran raras y fallaron en salvar brechas entre grupos de animales⁴. Por lo tanto, la paleontología presentó problemas importantes para la hipótesis evolutiva, pues se creía que los estratos geológicos estaban lo bastante bien conocidos para revelar la diversidad de la vida antigua en cada edad. Si todavía no se habían descubierto formas de transición, había pocas posibilidades de que existieran (Switek, 2010, p. 251). Por lo tanto:

La evidencia primaria y directa en favor de la Evolución sólo puede ser proporcionada por la paleontología. El registro geológico [...] debe [...] dar una respuesta afirmativa o negativa. Si la evolución ha tenido lugar, allí quedará su marca. Si no ha tenido lugar, allí estará su refutación. (Huxley, 1880, p. 3)

4.1 El ave primitiva

En 1862, *Archaeopteryx lithographica* fue encontrada en el pastoral valle de Altmühl cerca de la ciudad de Solnhofen, situada al noroeste de Munich y al sur de Nuremberg (Alemania), en la piedra caliza que se ha formado con los sedimentos acumulados hace 150 o 160 millones de años de un mar jurásico (Wilford, 1985, p. 105). El ejemplar pudo ser examinado por Huxley, el cuál determinó que el fósil era un animal que es, por sus plumas, pies y cintura escapular, principalmente, una autentica ave, mientras que, por sus garras recurvadas y cola, es tan distintamente un reptil (Huxley, 1868; Huxley, 1901b). La forma de transición que tanto habían esperado los evolucionistas había sido encontrada.

³ Huxley argumentó que la saltación describía mejor el registro geológico que con el cambio gradual que Darwin proponía. Eventualmente se convirtió al gradualismo a medida que se encontraron más y más organismos de transición (Lyons, 2012).

⁴ Darwin intentó explicar la evidencia negativa a través de la imperfección del registro fósil.

Sin embargo, Johann Andreas Wagner (1797-1861), le preocupaba lo que los evolucionistas podían hacer con ese descubrimiento y, consecuentemente, decidió golpear primero asegurando que los darwinistas estarían equivocados al interpretar al fósil como organismo transicional pues para esto debían presentar una fase intermedia mediante la cual se lleve a cabo la transición de alguna forma o clase animal existente o extinta a otra⁵. “Si no pueden hacerlo así (y ciertamente no podrán) –concluía Wagner-, sus puntos de vista tienen que ser rechazados de manera inmediata como un sueño fantástico que no tiene nada que ver en absoluto con la exacta investigación de la naturaleza” (Wilford, 1985, p. 109-110).

Quizá esta es la razón por la que Huxley no consideró a *Archaeopteryx* como un organismo de transición determinantemente importante en el hipotético arco evolutivo que estaría por exponer, pues:

Todas las aves tienen un tarso-metatarso, pelvis y plumas, tales, en principio, como los poseídos por *Archaeopteryx*. Ningún reptil conocido, reciente o fósil, combina estos tres caracteres [...] *Compsognathus* se acerca en la región tarsal, *Megalosaurus* e *Iguanodon* en la pelvis. Pero, en la medida en que el espécimen me permite juzgar, estoy dispuesto a pensar que, en muchos aspectos, *Archaeopteryx* es más alejado de la frontera entre aves y reptiles que algunos *Ratitae* vivientes. (Huxley, 1868, p. 248)

Archaeopteryx simplemente llenó un intervalo morfológico entre los grupos existentes (Desmond, 1982, p. 128). Sin embargo, las características comunes del ave más antigua encontrada con los reptiles, le otorgó a Huxley la visión de cómo ambos grupos podrían estar relacionadas evolutivamente en el pasado lejano, pues en la actualidad son enteramente disímiles.

4.2 Dinosaurios y la transición reptil-ave

La idea principal de Huxley es que los dinosaurios son el vínculo crucial entre los reptiles y las aves, la hipótesis fue compartida por varios paleontólogos del siglo XIX, entre ellos Edward Drinker Cope (1840-1897) y Othniel Charles Marsh (1831-1899) en América y John

⁵ Para Darwin, una “forma de transición” era, considerando dos especies cualesquiera, una forma intermedia entre cada una de las especies y un antepasado común y desconocido (Darwin [1872], 2017, p. 414).

Phillips (1800-1874) en Inglaterra. Huxley inclusive desde 1863 había estado enseñando a estudiantes que las aves eran "simplemente un tipo reptiliano extremadamente modificado y aberrante", y que el pollo y el lagarto (o la cigüeña y "la serpiente que se traga") incluso son compañeros en una "provincia" de vertebrados que denominó Sauropsida (Desmond, 1982, p. 127; Di Gregorio, 1982, p. 406-407). Pues "los tipos de los reptiles y de las aves son, en realidad, superestructuras algo diferentes originadas sobre un mismo *ground-plan*. Pero también es cierto que algunos reptiles se desvían mucho menos de ese *ground-plan* que cualquier ave", llegado así a la conclusión "de que la clase *Aves*, aunque bien definida de todos los reptiles existentes, está, sin embargo, mucho más estrechamente conectada con la clase Reptilia que con cualquier otra" (Huxley, 1901a, p. 238, 241). Esto significaba que los reptiles y las aves no surgieron del mismo antepasado sino de un mismo plan⁶. Huxley entonces experimentó un profundo cambio en su pensamiento cuando leyó *Morphologie* de Ernst Haeckel (1834-1919) y cuando comenzó a aplicar la teoría evolutiva a su comprensión de las aves, se dio cuenta de que era posible la evolución de una especie a otra (Kelly, 2006, p. 131), y probablemente de un reptil a un ave.

Así, otro animal fósil de la misma cantera de Solnhofen, aunque contemporáneo de *Archaeopteryx*, fue presentado posteriormente por Huxley para robustecer su caso, de modo más específico, para establecer el eslabón dinosaurio-ave. Se trataba del pequeño dinosaurio que Wagner describió en 1861 y al que dio el nombre de *Compsognathus*. Para Huxley, era el dinosaurio con más parecido a un ave que cualquiera de los animales que habitualmente se incluyen en ese grupo. Pues, por su cabeza ligera, con mandíbulas dentadas, apoyada sobre un cuello muy largo y delgado, huesos iliacos que se prolongan delante y detrás del acetábulo, fémur más corto que la tibia y primer metatarsiano corto en comparación a los otros, *Compsognathus* es más ornítico que los dinosaurios ordinarios. Era imposible mirar la conformación de este extraño reptil y dudar de que saltó o caminó, en posición erguida o semi-erecta, a la manera de un ave, y que al tener largo cuello, ligera cabeza y pequeños miembros anteriores le dieron un extraordinario parecido (Huxley, 1901b, p. 311-312).

⁶ Creencia fuertemente arraigada del pasado por su admiración del trabajo de Karl Ernst von Baer (1792-1876).

Por lo tanto, el grupo Dinosauria parecía proporcionar las condiciones requeridas para llenar la brecha existente entre las aves y los reptiles, sobre todo por las similitudes anatómicas existentes entre estos, sobre todo en las extremidades posteriores. Por ejemplo, en dinosaurios como *Iguanodon*, *Hadrosaurus*, *Compsognathus*, los huesos iliacos se prolongan hacia adelante y detrás del acetábulo, tal como en las aves. Además, los isquiones y pubis se proyectan hacia atrás paralelos entre sí de la misma manera en que lo hacen las aves. En dinosaurios como *Iguanodon*, los tres metatarsianos centrales se articulan juntos, el tercer metatarsiano es el más grande mientras que el primer metatarsiano es mucho más pequeño en su extremo proximal que en su extremo distal. Por lo tanto, la semejanza con las aves era grande, pues en estas los metatarsianos están anquilosados, el primer metatarsiano es siempre corto e incompleto y el tercer metatarsiano suele ser el más grande. En dinosaurios, hay una depresión longitudinal en el extremo distal de la tibia para la recepción del astrágalo, el cual posee un proceso ascendente que articula con la tibia. En las aves, existe una depresión longitudinal profunda en la cara anterior del extremo distal de la tibia, que recibe un proceso ascendente del astrágalo. En dinosaurios como *Megalosaurus*, el extremo distal de la fíbula es mucho más pequeño que el proximal y en las aves, el extremo distal de la fíbula es un mero estilite (Huxley, 1901b; Huxley, 1870a).

Para Huxley, no era difícil imaginar una criatura completamente intermedia entre *Dromaeus* y *Compsognathus*, llegando a aseverar que:

No hay nada muy salvaje o ilegítimo en la hipótesis de que el filo de la clase Aves tiene su raíz en los reptiles dinosaurios, que estos, pasando por una serie de modificaciones que se exhiben en una de sus fases por *Compsognathus*, han dado lugar a las Ratitae, mientras que los Carinatae son todavía más modificados y diferenciados de los últimos (Huxley, 1901b, p. 312).

Sin embargo, el tiempo era un problema crítico. Estos dinosaurios eran todos de rocas de edad Jurásica o Cretácica. De acuerdo con la cronología de Huxley, la transición real debió haber ocurrido mucho antes. Para mantener un poco de consistencia, tuvo que abordar una cláusula *ad hoc*. En un discurso ante la *Geological Society*, admitió que era “muy dudoso” si estos dinosaurios eran “los tipos lineales reales por

los cuales se afectó la transición del reptil al ave” (Figura 1). Los ancestros reales probablemente “se nos ocultaron en las formaciones más antiguas” (Desmond, 1982, p. 130).

Sin embargo, dada la gran cantidad de similitudes anatómicas observadas en muchos de los ejemplares encontrados de estos enormes reptiles, Huxley ofrecería una clasificación del grupo Dinosauria que estaría basada en las características de los dientes, la mandíbula, el ilion, el fémur y la ausencia o presencia de una armadura dérmica, subdividiendo al grupo en tres grandes familias: Scelidosauridae, Iguanodontidae y Megalosauridae. Sin embargo, el sobresaliente reptil *Compsognathus*, a pesar de tener muchas afinidades con los grupos anteriores, presenta, al mismo tiempo, muchas diferencias. Por lo tanto, *Compsognathus* se integra a un grupo equivalente a Dinosauria, el denominado Compsognatha. A su vez, integró a estos dos en un grupo más grande e inclusivo, denominado Ornithoscelida.

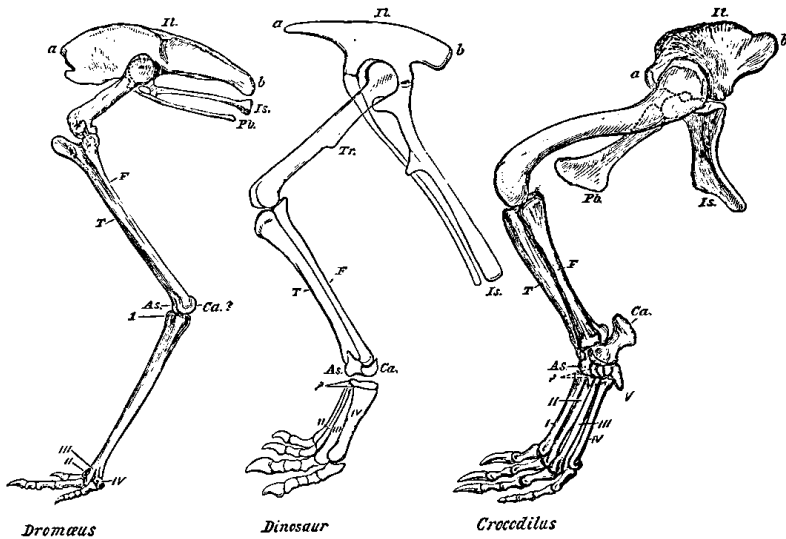


Fig. 1. Pélvis y extremidades exteriores de un Emu (*Dromaeus*), um dinosaurio iguanodontido y Cocodrilo (*Crocodilus*). **Fuente:** HUXLEY, Thomas Henry. Further evidence of the affinity between the dinosaurian reptiles and birds. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 26: 12-31, 1870a.

No obstante, esta clasificación fue descartada por el surgimiento de nuevas propuestas, siendo la principal de ellas la propuesta por Harry Govier Seeley (1839-1909), que divide a Dinosauria en dos Ordenes principales de acuerdo a las características de la cintura pélvica: Ornithischia (“Cadera de Ave”) y Saurischia (“Cadera de Reptil”) (Seeley, 1888, p. 170-171). Esta clasificación fue ampliamente aceptada y se convirtió en la clasificación clásica de los dinosaurios, que duró 130 años sin ser modificada hasta que en un estudio realizado en el 2017, se encontró que dentro del clado Dinosauria existe una relación de grupo hermano entre Ornithischia y Theropoda (uniéndose en un nuevo clado denominado Ornithoscelida⁷), con Sauropodomorpha y Herrerasauridae (como la redefinida Saurischia) (Baron, Norman & Barret, 2017, p. 501). No obstante, descubrimientos posteriores parecen apoyar la antigua dicotomía Saurischia-Ornithischia, por ejemplo, el descubrimiento de *Gnathovorax cabreirai*, un nuevo herrerasaurio (Pacheco *etal.*, 2019). Demostrando que la hipótesis Ornithoscelida no posee la última palabra, pues todavía hay una gran incertidumbre en torno a la estructura básica del árbol genealógico de los dinosaurios (Langer *etal.*, 2017).

4.3 Evidencia adicional: la evolución de los cocodrilos

En 1875, Huxley reconoció que algunos cocodrilos fósiles eran claramente diferentes de otros y también de cocodrilos modernos respecto a dos características anatómicas (Buffetaut, 1979, p. 130):

La primera característica es la ubicación de las narinas internas: las aberturas internas del conducto nasal que admiten aire a través de la faringe a los pulmones. En los cocodrilos actuales, una partición ósea larga, el paladar secundario, divide la cavidad oral del conducto nasal. Por lo tanto, una distancia considerable separa las narinas externas cerca de la punta del hocico de las narinas internas cerca de la parte

⁷ Se revivió el nombre Ornithoscelida, originalmente acuñado por Huxley, porque fue diseñado para reflejar las extremidades posteriores similares a las aves de dinosaurios como *Megalosaurus* e *Iguanodon*. Dada la cantidad de características del miembro posterior que se comparten exclusivamente entre los miembros de este nuevo clado, pareció una opción adecuada para su nueva incorporación en la nueva clasificación (Baron, Norman & Barret, 2017, p. 504).

posterior del cráneo, detrás del paladar secundario. En los primeros cocodrilos fósiles, la distancia era mucho menor.

La segunda característica anatómica es la forma de las vértebras. Entre los cocodrilos actuales, la articulación de la columna vertebral es procélica, es decir: el extremo posterior del cuerpo vertebral es redondeado y encaja en una cara articular anterior cóncava. Sin embargo, formas más primitivas tienen la cara anterior y posterior del cuerpo vertebral plano a ligeramente cóncavo.

Huxley propuso que hubo una evolución desde una anatomía primitiva a una más progresiva con respecto a ambas características, y los descubrimientos fósiles han confirmado la validez general de su observación. Todo comenzó cuando en 1875 tuvo la oportunidad de estudiar los restos fósiles de un reptil llamado *Stagonolepis robertsoni* (actualmente considerado un Aetosauria), concluyendo que “es, en general, un reptil cocodrilo” y que este debió haberse parecido más a uno de los caimanes o jacarés de la fauna actual de América. Posteriormente, estableció una amplia comparación entre *Stagonolepis* y otro género fósil parecido, *Belodon*, probando que ambos son miembros del Orden Crocodilia, pero pertenecientes a un grupo primitivo del periodo Triásico.

Tomando esto en cuenta, realizó una distinción anatómica de los fósiles de cocodrilos conocidos de la Era Mesozoica, reconociendo tres subórdenes (Huxley, 1875):

En el primer suborden, Parasuchia, los huesos palatino y pterigoides no se producen en placas óseas que prolonguen los conductos nasales y den lugar a fosas nasales posteriores secundarias. En consecuencia, las cámaras nasales se comunican con la boca mediante aberturas situadas debajo de la parte anterior del cráneo. Los centra de las vértebras son bicóncavas. El coracoides es corto y redondeado. El ala del ilion es alta. El isquion es corto dorsoventralmente, alargado longitudinalmente. Hay una armadura toracoabdominal ventral formado por no más de ocho series longitudinales de escudos.

En el segundo suborden, Mesosuchia, el hueso palatino se produce en placas óseas, que prolongan los conductos nasales y dan lugar a narinas posteriores secundarias, que se encuentran debajo de la mitad del cráneo. Los huesos pterigoides no participan en la formación de las narinas secundarias posteriores. Los cuerpos vertebrales son bicóncavos. El coracoides es alargado, como en el siguiente Suborden. El ala

del ilion es menos alta que en el anterior Suborden, pero más alta que en el siguiente Suborden. El isquion es más alargado dorsoventralmente y más corto longitudinalmente que en Parasuchia. Hay una armadura toracoabdominal ventral compuesto por no más de ocho series longitudinales de escudos.

En el tercer suborden, Eusuchia, tanto el hueso palatino como el pterigoides forman una estructura ósea en donde prolongan los conductos nasales y dan lugar a narinas secundarias posteriores, situadas debajo de la parte posterior del cráneo. Los cuerpos vertebrales que suceden al atlas y al eje son cóncavas solo en su cara anterior y convexos en la cara posterior (procéla). El coracoides es alargado. El ala del ilion es tan baja al frente que puede ser casi obsoleta. El isquion es alargado dorsoventralmente y corto longitudinalmente. Hay una armadura toracoabdominal ventral que contiene más de ocho series longitudinales de escudos.

Dadas estas diferencias, Huxley asevera qué:

Por la mera declaración de los caracteres de estos tres subórdenes, que el grupo que he denominado Mesosuchia es intermedio entre los otros dos [...] las modificaciones que son necesarias para conectar un límite con otro [...] son del mismo orden. El tipo de cambio que convertiría a un cocodrilo parasuquiano en mesosuquiano, [...] convertiría a un mesosuquiano en un eusuquiano. Por lo tanto, si hay algún fundamento histórico válido para la doctrina de la evolución, [...] la evidencia geológica debe mostrar que los Parasuchia han precedido al Mesosuchia, y el Mesosuchia al Eusuchia, a través del tiempo. (Huxley, 1875, p. 429)

Huxley descubrió que esto es exactamente lo que prueba la evidencia geológica, resaltando que estos reptiles aparecen en los estratos geológicos en secuencia cronológica ordenada: los géneros clasificados como Parasuchia son del periodo Triásico, seguidos de los cocodrilos Mesosuchia que aparecen en el Jurásico y, por último, los del suborden Eusuchia en el Cretácico. Estos hallazgos fueron sumamente importantes para probar la existencia de la evolución en el registro geológico pues concordaban con la idea de Darwin de que el patrón en el registro fósil es el resultado de la descendencia de un antepasado en común, con la creciente divergencia y especialización ocurriendo a través del

tiempo. Demostrando así que el registro fósil ya no era más la excepción de la teoría evolutiva (Lyons, 1995, p. 482).

5 THOMAS HUXLEY: EL BULLDOG DE DARWIN

Huxley le había asegurado a Darwin el más fuerte apoyo personal ante las acusaciones que podía esperar de aquellos críticos de la nueva exposición de la evolución. Huxley le escribió: “Confío en que no te permitas sentirte en ningún modo disgustado o irritado por el considerable abuso y la tergiversación que, a menos que me equivoque, está reservada para ti [...] Estoy afilando mis garras y pico en preparación” (Huxley, *apud*, Mitchell, 1900, p. 110). Y estaba en lo cierto, pues la obra conmocionó la sociedad victoriana y provocó grandes protestas. El primer gran choque con este rechazo fue el que aconteció en la reunión de Oxford de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia en 1860, en un debate con el Obispo de Oxford Samuel Wilberforce (1805-1873), donde este pronunció un discurso contra la evolución y sus partidarios. Escribió Joseph Hooker:

Él ridiculizó maliciosamente a Darwin y salvajemente a Huxley. Pero [...] de una manera tan persuasiva [...] que yo, que había sido propenso a culpar al Presidente por haber permitido una discusión que no podía servir a ningún propósito científico, ahora le perdonaba [...] Con un tono ligero y burlón, floreciente y fluido, nos aseguró que no había nada en la idea de la evolución [...] Luego, volviéndose hacia su antagonista⁸ con una insolencia sonriente, le exigió saber si era por parte de su abuelo o de su abuela que él reclamaba su descenso de un mono. (Huxley, L., 1920, p. 39)

Aquí el obispo dejó cualquier pretensión a la discusión científica, esta era la oportunidad para una réplica igualmente personal, para mostrar a la audiencia que el ridículo es un arma de dos filos. El obispo se sentó, pero Huxley, aunque directamente atacado, no se levantó hasta que la reunión lo llamó. Luego, la respuesta que se volvería leyenda se escuchó entre los asistentes:

Afirmo -y repito- que un hombre no tiene razón para avergonzarse de tener un simio como abuelo. Si hubiera un antepasado al que desearía

⁸ Thomas Huxley.

sentir vergüenza al recordar, sería más bien el de un hombre -un hombre de intelecto inquieto y versátil- que, no contento con el éxito en su propia esfera de actividad, se hunde en cuestiones científicas de las que no tiene conocimiento real, sólo para ocultarlos por una retórica sin objetivo y distraer la atención de sus oyentes del punto real en cuestión por las digresiones elocuentes y los llamados expertos a los prejuicios religiosos. (Huxley, 1920, L., p. 40)

Este episodio, además de establecer a Huxley como principal portavoz de Darwin, dio evidencia convincente de que los evolucionistas no iban a ser intimidados (Williams, 1972, p. 593). Huxley ganó el famoso alias de “El bulldog de Darwin”, a través de la oratoria fiel a la razón en réplica al discurso apelativo a la crítica prejuiciosa que condujo tal disputa retórica.

Huxley era incapaz de contenerse en propagar lo que él sabía era la verdad, no se contentaba sólo con la defensa (Mitchell, 1900, p. 112), así que emprendió un ambicioso programa para la difusión de las ideas de Darwin, para asegurar que tuviera una audiencia imparcial dispuesta a discutir sus propuestas mediante el uso de la razón. Además, Huxley apoyaría a Darwin a reforzar lo que se creía el punto más débil de su teoría, convirtiendo del registro fósil, lugar donde aparentemente se encontraba nada más que evidencia negativa, en un testimonio natural de la ocurrencia de la evolución a lo largo de la prodigiosa historia de la vida, y dada la gran cantidad de evidencia paleontológica otorgada a favor de la evolución, naturalmente, Darwin hablaría del trabajo de Huxley refiriéndose a él como el que ha demostrado que:

Incluso el gran intervalo que existe entre las aves y los reptiles, se salva en parte del modo más inesperado, de un lado, mediante el avestruz y la extinguida *Archaeopteryx*, y de otro, mediante el *Compsognathus*, uno de los dinosaurios, grupo que comprende los más gigantescos de todos los reptiles terrestres. (Darwin [1872], 2017, p. 465)

Y en palabras del mismo Huxley:

En 1859 [...] *El Origen de las Especies*, fue explorado como especulación salvaje. En la actualidad, es una declaración sobria de las conclusiones a las que un investigador agudo y de mente crítica es conducido por el estudio grande y paciente de los hechos de la paleontología [...] la evolución ya no es una especulación, sino una declaración de hechos históricos. (Huxley, 1880, p. 4)

6 CONCLUSIONES

El trabajo de Huxley sobre los dinosaurios y *Archaeopteryx* le convenció del gradualismo de Darwin, renunciando finalmente a su punto de vista saltacionista. No obstante, pensó que el saltacionismo no era irrazonable en el momento en que lo expresó, pues la relativa ausencia de formas de transición en el registro fósil, así como entre grupos de organismos actuales, parecía argumentar contra el esquema de Darwin de cambio lento y gradual, o sea, la saltación le permitió explicar las lagunas en el registro fósil, aceptar la evolución, y simultáneamente mantener una creencia en los tipos morfológicos. Sin embargo, en el fondo era un empirista y se mostraba escéptico de la explicación de Darwin para la ausencia de formas de transición. (Lyons, 1995, p. 492-493)

Está claro que el problema de los eslabones perdidos, que atormentaban a los evolucionistas del siglo, concierne a la evolución de grandes grupos, en los que el aspecto de la selección natural es secundario. Huxley dio un ejemplo de la capacidad del evolucionista para proporcionar un caso sorprendente de formas que conectan grupos por encima del nivel de especie. (Di Gregorio, 1982, p. 408).

Huxley creía que el origen de las aves se encontraba en los reptiles y la clave de ello se encontraba en los dinosaurios. Pensó que era probable que estos fueran los dinosaurios, pues, como lo había mostrado el descubrimiento de *Archaeopteryx lithographica*, aún había muchos secretos ocultos en lo más profundo del registro geológico y, por lo tanto, el estado de las colecciones paleontológicas en esa época no era el mejor para sostener tales conclusiones, así que prudentemente señaló a los dinosaurios como el mejor ejemplo de cómo la transición debió ocurrir y para demostrar que las aves y los reptiles del pasado tienen asombrosas similitudes anatómicas a diferencia que con los reptiles de la actualidad, acortando la brecha que parecía ser grande entre ambos grupos. Esto se convirtió en evidencia lo suficientemente sólida para demostrar y discutir el valor probatorio de la evolución como hipótesis de trabajo, más no de la selección natural (aspecto de la teoría de Darwin sobre la cual se mantuvo escéptico toda su vida).

Huxley llegó tan tentadoramente cerca de nombrar a los dinosaurios como los auténticos antepasados de las aves que más tarde los in-

investigadores a menudo ponen esas palabras en su boca. Incluso si Huxley tenía en privado la idea de que las aves habían evolucionado de un dinosaurio, exhortó explícitamente a la prudencia en su trabajo científico publicado. Los dinosaurios y las aves estaban ligados por la forma, su morfología revelaba una ascendencia común, pero tanto en sus conferencias públicas como en sus trabajos científicos, Huxley era agnóstico en cuanto a lo que pudo haber existido en el nexo evolutivo entre los grupos. A pesar de tales advertencias, Huxley hizo más que cualquier otro naturalista de su época para popularizar la estrecha relación entre aves y reptiles. Wagner, Cope y otros reconocieron contemporáneamente los rasgos parecidos de los dinosaurios con las aves, pero fue Huxley quien convirtió similitudes de forma en pruebas convincentes de evolución. Durante una época en el que el registro fósil parecía estar en desacuerdo con la teoría de Darwin, Huxley se esforzó por encontrar ejemplos de formas de transición y encontró precisamente eso en la evolución de las aves de los reptiles. (Switek, 2010, p. 261)

El bosquejo transición reptil-ave a través de los dinosaurios permitió formar una concepción de la manera en que las aves pudieron haber evolucionado a partir de los reptiles, idea que sentaría el principio del arco evolutivo del origen de las aves a través de los dinosaurios que en la actualidad sigue dando material de investigación para los paleontólogos. Actualmente, dentro del paradigma cladista, las Aves son consideradas dinosaurios.

Del énfasis puesto por Huxley en la relación de parentesco entre los reptiles y las aves en su defensa de la teoría de Darwin surgió una nueva apreciación de los dinosaurios y los descubrimientos realizados anteriormente fueron reinterpretados. Marsh declaró en 1887 que Huxley, realmente, había establecido el puente entre aves y reptiles. El *Compsognathus* y el *Archaeopteryx*, dijo, sirven como “escalones de piedra por los cuales los evolucionistas de hoy en día conducen al dudoso hermano para cruzar los vacíos restos del golfo, que antaño pareció insalvable” (Wilford, 1985, p. 118, 127) Durante varios años, la hipótesis gozó de apoyo, que sólo perdió en el momento del fallecimiento de Huxley. Desde ese día la hipótesis fue revivida y, con nuevas pruebas, gracias a John Ostrom quien sostuvo hipótesis del origen dinosauriano de las aves, hasta llegar a aceptarse la visión de las aves como auténticos dinosaurios vivientes (Ostrom, 1976) y que sería incluso sustentada en

análisis moleculares como el estudio de los huesos del pie en embriones de pollo (Botelho *etal.*, 2014).

El esquema de evolución de los cocodrilos es otra evidencia de la huella dejada por la evolución en el registro fósil. Con esto se demuestra los patrones de divergencia y especialización de un grupo antiguo con respecto a otros grupos relacionados de menor antigüedad en sincronía con lo observado en los estratos geológicos, idea expuesta por Darwin. Si bien, ese sistema clasificatorio ha sido modificado en décadas posteriores⁹, su idea es consistente con los principios propuestos por Darwin.

La labor paleontológica de Thomas Henry Huxley demostró que los hechos de la paleontología, en lo que concierne a las aves y a los reptiles, no se oponen a la doctrina de la evolución de Charles Darwin, sino que, al contrario, eran muy parecidos a los que la doctrina nos llevaría a esperar, convirtiéndose en valiosa evidencia positiva para ese momento de la historia.

AGRADECIMIENTOS

A los editores de *Historia e Filosofia da Biologia*, por su tiempo y dedicación al realizar correcciones, observaciones y consejos para la publicación de este trabajo. También al Proyecto PAPIIT IN 405118 “El Desarrollo de la Paleontología en México en el Siglo XIX y principios del XX a través de la Revista *La Naturaleza*” por el apoyo brindado en la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARON, Matthew; NORMAN, David; BARRETT, Paul. A new hypothesis of dinosaur relationships and early dinosaur evolution. *Nature*, **543**: 501-506, 2017.
- BOTELHO, João Francisco; OSSA, Luis; SOTO, Sergio; SMITH, Daniel & NUÑEZ, Daniel. New developmental evidence clarifies the

⁹ Parasuchia es reemplazado por el Suborden Protosuchia, los cuales siguen siendo los cocodrilos más primitivos correspondientes al período Triásico. Por otro lado, aún se siguen reconociendo los clados Mesosuchia y Eusuchia (Buffetaut, 1979, p.130; Bronzati, Montefeltro & Langer, 2012)

- evolution of wrist bones in the dinosaur-bird transition. *PLoS Biology*, **12** (9): 1-13, 2014.
- BRONZATI, Mario; MONTEFELTRO, Felipe Chinaglia & LANGER, Max. A species-level supertree of Crocodyliformes. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, **24** (6): 1-9, 2012.
- BUFFETAUT, Eric. The evolution of the crocodylians. *Scientific American*, **241**: 130-145, 1979.
- DARWIN, Charles Robert. Letter to Alfred Russel Wallace (November 13th, 1859). Vol. 2. Pp. 16-17, in: Darwin, F. *The life and letters of Charles Darwin*. New York: D. Appleton and Company, 1887.
- . *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray, 1859.¹⁰
- . *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. 6th edition. London: John Murray, 1872.
- . *El origen de las especies*. Trad. Antonio Zulueta. Ciudad de México: Austral, 2017.
- DESMOND, Adrian. *Archetypes and ancestors: palaeontology in victorian London, 1850-1875*. London: Frederick Muller Limited, 1982.
- DI GREGORIO, Mario. The dinosaur connection: a reinterpretation of T.H. Huxley's evolutionary view. *Journal of the History of Biology*, **15**: 397-418, 1982.
- GILLEY, Sheridan; LOADES, Ann. Thomas Henry Huxley: the war between science and religion. *The Journal of Religion*, **61**: 285-308, 1981.
- HUXLEY, Leonard. *Thomas Henry Huxley: a character sketch*. London: Watts & CO., 1920.
- HUXLEY, Thomas Henry. Remarks upon *Archaeopteryx lithographica*. *Proceedings of the Royal Society of London*, **16**: 243-248, 1868.
- . Further evidence of the affinity between the dinosaurian reptiles and birds. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **26**: 12-31, 1870 (a).
- . On the classification of the Dinosauria, with observations on the Dinosauria of the trias. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **26**: 32-51, 1870 (b).

¹⁰ Disponible en: <<http://darwin-online.org.uk/>>. Acceso en: Octubre 2019.

- . On *Stagonolepis robertsoni*, and the evolution of the Crocodylia. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **31**: 423-438, 1875.
- . The coming of age of the origin of species. *Nature*, **22**: 1-4, 1880.
- . On the reception of the ‘Origin of Species’. Vol.1. Pp. 533-558, in: Darwin, F. *The life and letters of Charles Darwin*. New York: D. Appleton and Company, 1897.
- . On the classification of birds; and on the taxonomic value of the modifications of certain of the cranial bones observable in that class. Vol. 3. Pp. 238-297, in: FOSTER, Michael; LANKESTER, Ray. *The scientific memoirs of Thomas Henry Huxley*. London: Macmillan and Co., 1901 (a).
- . On the animals which are most nearly intermediate between birds and reptiles. Vol. 3. Pp. 303-313, in: FOSTER, Michael; LANKESTER, Ray. *The scientific memoirs of Thomas Henry Huxley* London: Macmillan and Co., 1901 (b).
- JOLYNE, Mary. *T. H. Huxley’s defense of Charles Darwin’s origin of species*. Arizona, 1960. Thesis (Master of Arts) - University of Arizona.
- KELLY, Lynne. *Crocodile: evolution’s greatest survivor*. Crows Nest: Allen & Unwin, 2006.
- LANGER, Max C.; EZCURRA, Martín D.; RAUHUT, Oliver W. M.; BENTON, Michael J.; KNOLL, Fabien; MCPHEE, Blair W.; NOVAS, Fernando E.; POL, Diego & Brusatte, Stephen L. Untangling the dinosaur family tree. *Nature*, **551**: 1-3, 2017.
- LYONS, Sherrie. The origins of T. H. Huxley’s saltationism: history in Darwin’s shadow. *Journal of the History of Biology*, **28**: 463-494, 1995.
- . A most eminent Victorian: Thomas Henry Huxley. *Cahiers Victoriens et Édouardiens*, **76**: 85-104, 2012.¹¹
- MITCHELL, Chalmers. *Thomas Henry Huxley: a sketch of his life and work*. London: G. P. Putnam’s Sons, 1900.
- OSTROM, John. *Archaeopteryx and the origin of birds*. *Biological Journal of the Linnean Society*, **8**: 91-182, 1976.

¹¹ Disponible en: <<https://journals.openedition.org/cve/>>. Acceso en: Octubre 2019.

- PACHECO, Cristian; MÜLLER, Rodrigo; LANGER, Max; PRETTO, Flávio; KERBER, Leonardo & DIAS DA SILVA, Sérgio. *Gnathovorax cabreirai*: a new early dinosaur and the origin and initial radiation of predatory dinosaurs. *PeerJ*, **7**: e7963, 2019.
- SEELEY, Harry Govier. On the classification of the fossil animals commonly named Dinosauria. *Proceedings of the Royal Society of London*, **43**: 165-171, 1888.
- SWITEK, Brian. Thomas Henry Huxley and the reptile to bird transition. *Geological Society*, **343**: 251-263, 2010.
- SZYMCAK, Robert. “Darwin’s bulldog” as a man of letters: Thomas Henry Huxley and his crusade for science in Victorian England. *Confluence*, **14**: 98-111, 2009.
- WILFORD, John Noble. *The riddle of the dinosaur*. Michigan: Knopf, 1985.
- . *El enigma de los dinosaurios*. Trad. Joaquín Ortega. Barcelona: RBA Editores, S.A., 1993.
- WILLIAMS, Wesley. Thomas Henry Huxley. Vol. 6. Pp. 589-597, in: GILLISPIE, Charles Coulston (org.). *Dictionary of Scientific Biography*. New York: Charles Scribner’s Sons, 1972.

Data de submissão: 10/10/2019

Aprovado para publicação: 15/07/2020

Teleology and Biology: a defense of teleological thinking in biology

Marcelo Domingos de Santis *

Abstract: Teleological language refers to a forward-looking discourse, and various biologists are troubled with this issue. In this paper, I will discuss the misunderstandings that both philosophers of science and biologists have made against teleology. Among these misunderstandings, I can mention its relationship to anthropomorphism (i.e., a planning agent external to the world reference) and reference to a force immanent to the organisms (“vitalism”) beyond the reach of empirical investigation. I will argue that they are misconceptions and that teleology has shifted its meaning and focus from its pre-evolutionary form. Now it is in the position that it can be used and maintained without violating the principles of modern science. Using an example of the adaptation and function debate, I will discuss how the teleological language is the best interpretation of these issues.

Key-words: adaptation; evolutionary biology; philosophy of science; teleology

Teleologia e Biologia: uma defesa do pensamento teleológico na biologia

Resumo: A linguagem teleológica pode ser definida como um discurso prospectivo, e isto tem preocupado biólogos em torno desse problema. Neste artigo, discutirei os mal-entendidos que filósofos da ciência e biólogos tiveram acerca da teleologia. Por exemplo, afirmam que a teleologia sofre de antropomorfismo (isto é, um agente de planejamento externo à referência mundial) e se refere a uma força imanente aos organismos (forças vitais ou “vitalismo”) além do alcance da investigação empírica. Argumentarei que eles estão equivocados e que a teleologia mudou seu significado e foco de sua forma pré-evolutiva, e agora pode ser usada e mantida sem violar os princípios da ciência moderna. Usando

* Estudante de doutorado no Curso de Pós-Graduação em Zoologia do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Rua do Matão, Travessa 14, n. 101, Cidade Universitária, São Paulo, SP, 05508-090, Brasil. E-mail: mrclsantis@gmail.com

como exemplo o debate sobre adaptação e função, discutirei como a linguagem teleológica é a melhor interpretação para essas questões.

Palavras-chave: adaptação; biologia evolutiva; filosofia da ciência; teleologia

1 TELEOLOGY AND BIOLOGY: A MISGUIDED BEGINNING

I will start with the following quotation “Perhaps no other ideology has influenced biology more profoundly than teleological thinking.” (Mayr, 1992, p. 117). Indeed, mainly more recently, this influence was considered a negative one, a metaphysical reminiscent of the period before Darwin.

Michael Ghiselin wrote: “As a result of my work on Darwin, I realized that teleological thinking was still exercising a pernicious influence [...]”. (Guiselin, 1994, p. 489). Guiselin goes further in his attack against teleology by bringing this discussion to the mythological level: “The notion that Darwin somehow got teleological thinking back into biology is a myth.” Ghiselin, 1994, p. 489). However, as we will argue, this is far from reality.

First, the “anthropomorphism” indicated earlier, is a chimaera of Greek thoughts: the Platonic and Aristotelian. The burden of the Platonic model is evident here, as, according to James J. Lennox (1992), this thinking explicitly treats the natural world as the production of a divine figure, and the physical universe as the result of a rational agent. However, matters are quite different when we consider Aristotle’s approach to teleology.

The reading of Lennox (1992) shows that the Aristotelian thinking in teleology is close the modern biological explanations. So, for Aristotle, scientific understanding is achieved when somebody can correctly answer the question “Why?”. Such an answer involves the identification of its causes. One knows that for the explanation of a fact, there may be several different answers, reflecting different causes. The following quote can explain it: “Except for the organism’s form [...] none of the parts that contribute to the organism’s life would come to be or exist” (Aristotle, *apud*, Short, 2002, p. 326)

Lennox concludes that for Aristotle the action of a rational agent is unnecessary, while this is not the case for Plato. Now we can see that this charge is misguided. Plato’s teleology recurred to a supernatural or divine interpretation, while Aristotle’s one was free from this constrain.

His thinking leads to a naturalistic approach without these drawbacks. Thus, his view is very approximate to the scientific teleology used today by a biologist.

According to Lennox (1992), natural theology is a form of the Platonic tradition of teleology. Some well-known authors, such as William Paley (1743-1805) or John Herschel (1792-1871) followed this idea and thinking after the Scientific Revolution and during the Enlightenment. This movement was according to the widespread belief in the development of ever-greater perfection in the world through the exercise of God's laws (Mayr, 1992, p. 372). However, the scientific endeavor broke with this tradition, discarding and any theological thinking *a priori*. The second charge teleology received from biologists and philosophers of science is that it is principled in a vitalist way.

Before discussing vitalism, we should define it properly: "The vitalists position was that living organisms, unlike artefacts, are subject to the influence of vital force, which is independent of the body." (Morris *et al.*, 2000, p. 583). The vitalist movement added to an unknown and presumably unknowable, a factor that is usually untestable. Currently, from a biological and scientific point of view, vitalism became discredited and vanished from the discourse of biologists. Thus, rather than postulating a mysterious, unknowable vital force, there is a recognition that life is inside the realm of the chemical-physical laws (Mayr, 1982, p. 52).

We can add Ghiselin's criticism on teleology: "Vast burden of worthless metaphysical baggage." (Ghiselin, 1997, p. 294). By eliminating the "burden of worthless metaphysical baggage" (anthropomorphism, teleology, final causes and vitalism), it is possible to get a scientifically valid notion of teleology. It is possible to help biologists to understand and explain traits in organisms¹, including adaptation. Darwin forged the notion of adaptation in terms of the apparent design of the organism as if for a common purpose (Gardner, 2009). Thus, the explanatory framework of Darwin concerns functions as an explanation of adaptations.

¹ When we place teleology within the tenets of science, we are aligned with the three main bases of successful modern biology as considered by Williams (1992): mechanism, natural selection, and historicity. Thus, mechanism states that every vital function is performed from systems that possess a causal net that can be explained by physical and chemical factors (as opposed by vitalism); and the assumption that the Darwinian process of natural selection accounts for all explanatory framework for the existence of adaptation in an organism (as opposed to rational plan or to the ideas of Lamarck).

I intend to show how these vitalistic ideas were harmful for the teleological notion in biology as some philosophers of science, mainly the positivists, claim. The founding figures of the Vienna Circle, in the Manifesto, presented biology as a science with metaphysical problems (Mach [1929], 1996). The authors identified the presence of vitalistic thinking, and they rejected it as a metaphysical thesis. They insisted on the universal validity of the explanatory model in physics. They considered physics as a mature science and an example for all other sciences. As argued, the problem with vitalism sounded genuine, and for a long time, biology was considered an immature science by most of these philosophers, but I can mention other reasons, for instance, its inherently historical nature.

Salmon (1989) mentioned that the presence of the vitalist doctrine in biology motivated Carl G. Hempel and Ernest Nagel to study the teleological/functional explanation. Nagel (1961) argued that teleological explanations in biology could always be reformulated in non-teleological terms without the loss of content. Therefore, he was advocating the exclusion of this term from the sciences. Furthermore, Nagel (1961), alongside Hempel (1965), worked on what they have called the problem of functional equivalence in biology in terms of the deductive-nomological (DN) model of scientific explanation. We can understand functional equivalence as distinct traits that have the same function. These problems were aligned with the idea that functional explanations do not fit any pattern of scientific explanation, including the inductive or statistical ones (Salmon, 1989). This problem was exposed by Salmon:

When we identify some item as fulfilling a function, we recognize that it is sufficient to produce some result in a certain situation. But usually we cannot claim that it is the only possible device that would fulfill that function. It is not necessary for the realization of the goal. (Salmon, 1989, p. 30)

Thus, in biology, mainly evolutionary biology, we have numerous examples that fulfil this line of reasoning. As a straightforward example, take the adaptations of Arctic and Antarctic mammals and birds to the challenges of polar life. The animals can regulate their body temperature by growing a winter plumage (birds – except penguins) and coat of fur (mammals), or by relying on a layer of blubber to prevent heat (penguins). Each of these strategies have the function to protect from the

cold, so they are functionally equivalent, and mainly, no law could follow it deductively.

Hempel concluded his discussion of functional analysis in the following terms:

It remains true, therefore, even for a properly relativized version of functional analysis, that its explanatory force is rather limited; in particular, it does not provide an explanation of why a particular item *i* rather than some functional equivalent of it occurs in systems. (Hempel, 1965, p. 324)

Thus, for Hempel, functional analysis cannot qualify as a permissible type of explanation, but at best, it has heuristic value. So it is because the explanandum gives the necessary conditions for the explanans. In the deductive nomological model, the explanans must be logically sufficient for the explanandum (DiFrisco, 2017, p. 2). However, as we saw, this mode of thought fails to recognize the causal factors; as showed by famous counterexamples to Hempel's deductive-nomological account of explanation. Functional explanations are therefore, appropriate and necessary, as well as scientific; and any philosophical model of scientific basis which cannot accommodate functional analysis is inadequate (Salmon, 1992, p. 28-32). Henceforth functional analyses² and teleology can be considered a legitimate pursuit in philosophy and biology (see for instance: Brandon, 1990; Ayala, 2016; Neander, 1991; Cummins, 2002; Ruse, 1989; Gardner, 2009; Garson, 2019).

2 DARWIN, TELEOLOGY AND ADAPTATION - A FRUITFUL UNION

As shown, the teleological thinking was in bad shape in the early 19th century. There were two options: (1) a theological approach which involved a supernatural explanation style; (2) a vitalist explanation, as an untestable metaphysical discipline. However, all of this had changed when Charles Darwin published his book, *Origin of Species* (1859), in it, he laid down the fundamentals of the evolutionary thought by natural selection, as being a goal-directed, teleological force.

² Functional analysis is the operational way that we can study teleology scientifically; biological functions, thus, can generate genuine teleological explanations.

Lennox (2013, p. 136) cited a passage of Darwin presenting a teleological form. Darwin, as showed by Lennox, was explicitly accounting for adaptations as consequence of chance variation and natural selection. In that way, we can see the use of selection-based (teleological) explanation, that it is unlike any of the forms of teleology available to him at that time as discussed. Ayala wrote:

Darwin accepted the facts of adaptation, and then provided a natural explanation for the facts. One of his greatest accomplishments was to bring the teleological aspects of nature into the realm of science. [He substituted a theological view by a scientific teleological one]. The teleology of nature could now be explained, at least in principle, as the result of natural laws manifested in natural processes, without recourse to an external Creator or to spiritual or nonmaterial forces. At that point biology came to maturity as a science. (Ayala, 2016, p. 121)

When Darwin “re-invented” teleology (Lennox, 1993), he opened a new road for the scientific problem related to functions in biology. Because Darwin considered an explanation of adaptation as the chief requirement of evolutionary theory (Gould, 2002), adaptation became an important matter from that day after (mainly for the architects of the Neo-Darwinian program).

Before going further, we need to answer what, precisely, is an adaptation? The term “adaptation” derives from *ad + Optus*, that is, the process by which populations of organisms evolve in such a way as to become better suited to their environments as advantageous traits become predominant driven by natural selection. In other words, the study of adaptation aims to understand the fit between organismal form and function across the living world (Brandon, 1990). So, as Kim Sterenly (1996) argues, the reasoning to detect an adaptation is the same as a functional rationale.

According to Stephen Jay Gould, the problem of adaptation is “transforming environmental (external) information into internal changes of form, physiology and behavior.” (Gould, 2002, p. 157). Thus, adaptation is for Darwin the primary subject for practical study of evolutionary mechanisms. In Darwin’s words:

Over all these causes of Change I am convinced that the accumulative action of Selection, whether applied methodically and more quickly, or

unconsciously and more slowly, but more efficiently, is by far the predominant Power. (Darwin, 1859, p. 43)

Although natural selection was the most important evolutionary mechanism for Darwin, this was not the only process, as the following quote shows us: “I am convinced that Natural Selection has been the main but not exclusive means of modification.” (Darwin, 1859, p. 6).

As Darwin wrote, we need to be aware that there are other processes that can generate diversity and modification, which are unrelated do natural selection³. Closely related to Darwin’s quotation, there is a widely famous case of methodological uniformity, that became known as the “adaptationist programme” by Stephen Jay Gould and Richard Lewontin (1979). They argued that the only hypothesis being considered by some authors in their studies of the evolution of traits is an adaptational one, by that, excluding any other hypothesis (e.g., developmental constraint). However, before exposing in details the points of this oft-cited and influential paper, I will show that, as argued by Dennett (1995), the paper of Gould & Lewontin is a “massively misread classic”. Many scientists thought of the paper written by Gould & Lewontin (1979) as a refutation of adaptationism; or even as a criticism of teleology. But this is in error. For example, Michael Heads (2009) and Philippe Grandcolas (2015) regarded the argumentation of Gould & Lewontin (1979) as a criticism of teleology; however, a close read can show us that it is not the case. Instead, if Heads (2009) and Grandcolas (2015) criticized the erratic notion of “preadaptation”, that would be correct. For instance, feathers can be “preadaptations” for flight; however, this suggested terminology is very misleading as it treats evolution in a forward-looking process, anticipating the future needs of the organism (which is clearly a misguided approach and reasoning). This was the reason why Gould and Elisabeth Vrba (1982) proposed the concept of exaptation – characters that evolved for other usages (or for no function at all) and posteriorly merged with other characters in order to reach their current function.

³ However, we should be very careful in stating this “pluralism”. Mayr (1983), in a response to Gould & Lewontin, said that nobody nowadays use the same “plurarism” as Darwin, because he accepted alternatives to natural selection, as the effects of use and disuse and the direct action of external conditions on organisms, that were completely discarded as options by the architects of the modern synthesis.

However, before exposing the points of this oft-cited and influential paper, I will show that, as stated by Dennett (1995), the article by Gould & Lewontin (1979) is a “massively misread classic”. It is considered a refutation of adaptationism or even as a criticism of teleology. But this is in error. Michael Heads (2009) and Grandcolas (2015) regarded the argumentation of Gould & Lewontin (1979) as a criticism of teleology; however, a close read can show us that it is not the case. Instead, if Heads (2009) and Grandcolas (2015) criticized the erratic notion of “preadaptation”, that would be correct. For instance, feathers can be “preadaptations” for flight; however, this suggested terminology is very misleading as it treats evolution in a forward-looking process, anticipating the future needs of the organism (which is a misguided approach and reasoning). Thus, Gould & Vrba (1982) proposed the concept of exaptation – characters that evolved for other usages (or for no function at all) and posteriorly merged with other characters to reach their current function.

3 TELEOLOGY AND ADAPTATION: THE “HARDENED” MODERN SYNTHESIS AND THE CENTRALITY OF ADAPTATION

The Modern Synthesis of the 1930s and 1940s is a well know theoretical and epistemological union in evolutionary biology, is considered a canonical example of a paradigm shift – a unification of research groups – in biology (Futuyma, 2005; Gould, 2002; Pigliucci & Müller, 2010). For the sake of brevity, I will simply provide the highlights of these ideas (for a detailed historical analysis, see Mayr & Provine, 1980).

Julian Huxley (1887-1975) proposed the name of this movement 1942. He settled the conceptual structure underlying evolutionary biology and tried to capture and synthesize the knowledge on this subject. As Futuyma (2005) summarized, their program hold:

- (a) that genetic variation in phenotypic characters arises by random mutation and recombination; (b) that changes in the proportions of alleles and genotypes within a population may result in replacement of genotypes over generations; (c) that such changes in the proportions of genotypes may occur either by random fluctuations (genetic drift) or by nonrandom, consistent differences among genotypes in survival or reproduction rates (natural selection); and (d) that due to different histories of genetic drift and natural selection, populations of a species may

diverge and become reproductively isolated species. (Futuyma, 2005, p. 14)

These are the principal claims of the evolutionary synthesis, and even though these principles, clarified, or modified or extended since then, constituting the foundations of modern evolutionary biology. But these extensions and modifications became so substantial that, recently, some authors set out a new evolutionary biology plan, known as the Extended Synthesis. Their agenda accounts for particular fields of inquiry, such as Evo-Devo and phenotypic plasticity (West-Eberhard, 2003). This movement had their synthetic book as well, the Pigliucci & Müller's (2010) *Evolution - the extended synthesis*. This program presents five main goals (Pigliucci & Müller 2010): (1) to emphasize the importance of the developmental biology; (2) to provide a "holistic" view of species (as a criticism of molecular biology); (3) to incorporate and give more explanatory importance of phenotypic plasticity, genetic accommodation, epigenetic inheritance as contributing factors to phenotypic diversity; (4) to include elements from computational biology and (5) to incorporate insights from evolvability, modularity and robustness. So they propose the addition of some features, the redefinition of others from the old principles of the Modern Synthesis, taking into account the results of the most recent research conducted in the various fields in biology.

Gould (2002) argued that the process of synthesizing had two main phases. The first one was the integration of Mendel and Darwin to the discipline of population genetics. This integration explains all life forms on Earth. Besides that, dismisses essentialism, the inheritance of acquired characters, orthogenetic trends, and saltationism (Mayr, 1982, p. 131). The second is the phase of "hardening" that reached to orthodoxy by maintaining that adaptation is an option to be ascertained to an *a priori* "assumption of near-ubiquity". After the establishment of the adaptationist program, prevailed the idea that the power of natural selection, as an optimizing agent, is executed through the conceptual breakdown of organisms into unitary characters, proposing an evolutionary explanation for each of them.

The direct production of adaptation through its operation becomes the primary cause of almost organic traits. Pleiotropy and phenotypic plasticity occur scarcely. (Gould & Lewontin, 1979). The influence of

other processes such as genetic drift, genetic constraints is low. Consequently, they should be dropped from the discussion. To make one example, consider the persistence of basic structural similarities across different taxa, as the neck skeletons of giraffe, man, and mouse. Even having very different ways of life, they all present seven cervical vertebrae (Williams, 1992, p. 7). This striking persistence can be explained historically (descent from a common ancestor) not by natural selection (that explains adaptation and diversity) but by this constraint. Thus, stabilizing selection should be called to make this explanation coherent (Sterenly & Griffiths, 1999, p. 227).

Arguing for the circularity in the adaptationist program, adaptive stories would be very to confirm, but very hard to falsify (Gould & Lewontin, 1979), and this is a hallmark of poor scientific hypotheses. The epistemological role is very plain: adaptationists regard the simple presence of a trait as a confirmation that it is an adaptation shaped by natural selection. The under-appreciation of other factors as being relevant for the modifications on an organism was one of the results of the simplistic idea of selection acting more or less directly on genes (Pigliucci & Kaplan, 2000) – different genes for each aspect of the organism which can be separately molded by natural selection (*one-gene one-trait* approach) – was a serious issue at that time. In their same work, Gould & Lewontin (1979) describe some “common styles of argument” by the adaptationists:

The failure of one adaptive explanation should always simply inspire a search for another of the same general form, rather than a consideration of alternatives to the proposition that each part is ‘for’ some specific purpose. (Gould & Lewontin 1979, p. 589)

Therefore, after this work, considered the “final proclamation of death” (Rose & Lauder, 1996) of the adaptationist program, or orthodox Darwinism (Dennett, 1995), as known and endorsed by the architects of the Modern Synthesis, come to an end. In Gould’s words:

Lewontin and I... would later call ‘just-so stories’ or plausible claims without tested evidence, whereas other prominent trends could not even generate a plausible story in adaptationist terms at all. (Gould, 2002, p. 39)

Thus, this would be an adaptationist scenario to confirm the proposed narrative of the adaptation of a particular trait. However, this way of thought sometimes was so ample to include the origins of any kind of trait (Smith, 2016).

For one side, the “Panglossian Paradigm” was right in its criticism. It forced the evolutionary biologists to be more cautious with their evidence and their form of confirmation; it constituted a *bona fide* example of confirmation bias. Those criticisms contributed to provide more coherency to evolution and biology. Any theory which intends to deliver a fully-fledged narrative history (teleological or adaptationist) must be consistent with the tenets of modern science. Therefore, if the hypotheses of adaptation are unfalsifiable and do not possess an (explicitly) non-circular criterion of acceptability, this approach is not a strong scientific endeavor. By incorporating those relevant data, it is possible, then, to support or disconfirm a hypothesis of adaptation

We should see the efforts made by Gould and Lewontin to approximate one main branch of evolutionary research within a scientific rigor necessary for any serious field. They introduced some ontological problems to be dealt with by those scientists. They are the existence of pleiotropy, epistasis and developmental constraints, which connect up the expression of genetic variation among loci in nonlinear ways (Pigliucci & Kaplan, 2000). And finally, they gave some alternative hypotheses to be considered when discussing the explanation of a trait, like an explanation considering no adaptation and no selection or selection without adaptation.

Pigliucci and Kaplan wrote: “It is this synthesis of constraints (spandrelism) and selection (panglossianism) that is the key to a more sober and realistic understanding of phenotypic evolution.” (Pigliucci & Kaplan, 2000, p. 67). Afterwards, even committed adaptationists began to recognize these criticisms, as their discussion and claims of adaptation were much more cautioned (Amundson, 1996). Consequently, the problem that we are trying to explain, the apparent design of organisms as a result of adaptation (Gardner, 2009), could be adequately answered.

So far, so good. However, one of the side effects of being one of the most influential and cited articles in evolutionary biology is that various authors have caricatured, misunderstood and even failed to appreciate

their views properly. What happened next can be exemplified by the following quotation:

This paper [Gould & Lewontin, (1979)] had such a substantial impact on the fashions of evolutionary biology that the very term ‘adaptationism’ and sometimes even ‘adaptation’ itself, became pejorative. To a significant extent, the term adaptation was banished from the lexicon of evolutionary biology, for fear of being associated with the dread adaptationism. (Rose & Lauder, 1996, p. 2)

It is plain to see that the criticism by Gould and Lewontin even though is correct, lead some authors to abandon the pursuit of adaptations. Accordingly, Dennett argues that some hypotheses of adaptation were, indeed, handled by excess by some authors and deserves criticism, but we need caution because while:

Adaptationist reasoning is not optional; it is the heart and soul of evolutionary biology. Although it may be supplemented, and its flaws repaired, to think of displacing it from central position in biology is to imagine not just the downfall of Darwinism but the collapse of modern biochemistry and all the life sciences and medicine. (Dennett, 1995, p. 238)

Gans (1988), argued for the lack of rigor of some authors in adaptive explanations, such as why the “buffalo eat grass”. He considered that the responses “buffalo are adapted to eat grass” or “buffalo evolved to eat grass”, do not explain. There is no answer to “why-question”. To present this case is to give a narrative explanation. The methodological error that the adaptationists make can be pointed by the following quote made by Mayr (1983) when he asks: “What is the function of a given structure or organ?” in this way, he already assumes adaptation; we just have to make discovery it. However, when we ask, “Does this trait have a function?” there is no assumption, *a priori*, that the trait is an adaptation (Lloyd, 2015). Thus, we should start our determination of the evolution of any trait by asking whether it is causally related to a particular function, only afterwards we can give any proposition of its adaptiveness.

In this way, he already assumes adaptation; we just have to make discovery it. However, when we ask, “Does this trait have a function?” there is no assumption, *a priori*, that the trait is an adaptation (Lloyd, 2015). Thus, we should start our determination of the evolution of any

trait by asking whether it is causally related to a particular function, only afterwards we can give any proposition of its adaptiveness

In the next twenty years, after the fall of the naive adaptationism, we met the “post-spandrel adaptationism” or “the new adaptationism” (Rose & Lauder, 1996). It inaugurated a new schedule for adaptations, selection and historicity (narrative explanations). This movement is also known as the “Adaptive-historical thinking” (Griffiths 1996), because he identified, alongside Rose & Lauder (1996), a historical turn, with its new tools and more robust methodologies, incorporated in the studies of adaptation.

Within this scenario, Rose & Lauder (1996) proposed new assumptions that for being considered in the analysis that evolutionary biologists must make pursuit in the study of selection and adaptation: (1) the use of phylogenies in the comparative method. It provides the critical evaluation and questions about the nature of homology and looks rigorously at morphological data of all sorts. (2) the use of population biology through the development of methodologies based on quantitative genetics theory that involves selective manipulation that can replicate extant differences among populations; and (3) the rigor of functional morphology and biomechanics (as disciplines whose goal is the analysis of biological design and teleology). Adaptational studies by correcting some methodological mistakes (“just-so stories” and the adaptationist program) and introducing new ones (the new adaptationism) got a refreshment. They can, finally, present unbiased and well-confirmed hypothesis.

The difficulty in proposing a strong hypothesis of adaptation will always be present. Historical hypotheses are tough to grasp because morphology, environment, can change as time goes by. Despite these difficulties, the pursuit of adaptation, the core of evolutionary biology, is very legitimate. The fact that evolutionary processes are not easily testable is not an epistemological excuse to give up the research it all together. Making science is not an easy task.

Using these criteria, scientists can formulate scientifically testable and non-speculative argumentation in favor of adaptation. In the next section, we will try to show that teleological thinking is legitimate.

4 FINAL REMARKS

Stoddard *et al.* (2017) proposed an “adaptive explanation” for the size of the eggs. They considered the asymmetry and ellipticity in various avian clades. They have found that these forms, when correlated with biometric, life history, and environmental parameters, show that egg size is regulated and causally linked by life history characteristics and spatial constraints in the nest. Hence, the form is functionally related to adaptations for flight (as a key driver). They further proposed that the “general adaptations for strong flight select for a constrained, muscular, streamlined body plan in both males and females, giving rise in the latter, directly or indirectly, to asymmetric and or elliptical eggs.” (Stoddard *et al.* 2017, p. 1253) So, it is plain to see that when they gave a functional explanation, they achieved the evolutionary (adaptationist) explanation.

In this example, we can see that they are explaining a trait, the egg shape, by the ends, or function – in this case, selection for a strong flight – thus, we are describing something that is forward in time relative to the thing explained. This is what a teleological explanation means. Therefore, in biology, especially evolutionary biology, this language is commonplace and correct. It is obvious how teleology (with its forward-looking approach) is essential for evolutionary biology; being one of the main reasons it distinguishes itself from the physical sciences (Ruse, 1989).

As a canonical example, the motion of the Earth around the Sun results from the laws of gravity, and this is the result of laws of nature; it does not exist to satisfy certain ends or goals. Teleological explanations, unlike nonteleological ones, make a distinctive talk of a means-to-an-end relationship of the process. This characteristic is one of the primary distinction of biology as a natural science (Ayala, 2016).

ACKNOWLEDGMENTS

I thank the Institute of Biosciences of the University of São Paulo for the support. To João Cortese (USP) and an anonymous reviewer for the corrections and suggestions to an early draft of this manuscript. Thanks to Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES (Process number 88882.333078/2019-01) for doctoral scholarship.

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- AMUNDSON, Ron. Historical development of the concept of adaptation. Adaptation. Pp. 11-53, *in*: ROSE, Michael R.; LAUDER, George V. (eds.): *Adaptation*. San Diego: Academic Press, 1996.
- AYALA, Francisco José. *Evolution, explanation, ethics and aesthetics: towards a philosophy of biology*. London: Academic Press, Elsevier, 2016.
- BRANDON, Robert N. *Adaptation and environment*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- CUMMINS, Robert. Neo-teleology. Pp. 157-172, *in*: ARIEW, Andrew; CUMMINS, Robert; PERLMAN, Mark (eds.): *Functions: New Essays in the philosophy of psychology and biology*. New York: Oxford University Press, 2002.
- DARWIN, Charles Robert. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: Murray, 1859.
- DENNETT, Daniel Clement. *Darwin's dangerous idea: evolution and the meanings of life*. New York: Simon and Schuster, 1995.
- DIFRISCO, James. Functional explanation and the problem of functional equivalence. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, **65**: 1-8, 2017.
- FUTUYMA, Douglas J. *Evolution*. Sunderland: Sinauer, 2005.
- GANS, Carl. Adaptation and the form-function relation. *American Zoologist*, **28**: 681-697, 1988.
- GARDNER, Andy. Adaptation as organism design. *Biology Letters*, **5**: 861-864, 2009.
- GARSON, Justin. *What biological functions are and why they matter*. Cambridge: CUP, 2019.
- GHISELIN, Michael T. Darwin's language may seem teleological, but his thinking is another matter. *Biology and Philosophy*, **9**: 489-492, 1994.
- GHISELIN, Michael T. *Metaphysics and the Origin of Species*. Albany: State University of New York Press, 1997.
- GOULD, Stephen Jay. *The structure of evolutionary theory*. Cambridge: Harvard Press, 2002.
- GOULD, Stephen Jay.; LEWONTIN, Richard C. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London*, B, **205**: 581-98, 1979.

- GOULD, Stephen Jay.; VRBA, Elisabeth S. Exaptation-a missing term in the science of form. *Paleobiology*, **8**: 4-15, 1982.
- GRANDCOLAS, Philippe. Adaptation. Pp.77-93, *in*: HEAMS, Thomas.; HUNEMAN, Philippe.; LECOINTRE, Guillaume.; SILBERSTEIN, Marc. (eds.): *Handbook of Evolutionary Thinking in the Sciences*. Berlin: Springer, 2015.
- GRIFFITHS, Paul E. The historical turn in the study of adaptation. *The British Journal for the Philosophy of Science*, **47**: 511-532, 1996.
- HEADS, Michael. Darwin's Changing views on evolution: from centres of origin and teleology to vicariance and incomplete lineage sorting. *Journal of Biogeography*, **36** (6): 1018-1026, 2009.
- HEMPEL, Carl Gustav. *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science*. New York: Free Press, 1965.
- LENNOX, James G. Teleology. Pp.324-33, *in*: KELLER, Evelyn Fox.; LLOYD, Elisabeth. A. (eds.): *Keywords in evolutionary biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1992.
- LENNOX, James G. Darwin was a teleologist. *Biology and philosophy*, **8**: 409-21, 1993.
- LENNOX, James G. Darwin and teleology. Pp.152-157, *in*: RUSE, Michael. (Ed.): *The Cambridge encyclopedia of Darwin and evolutionary thought*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- LLOYD, Elisabeth. A. Adaptationism and the logic of research questions: how to think clearly about evolutionary causes. *Biological Theory*, **10**: 343-62, 2015.
- MACH, Ernst. The scientific conception of the world. The Vienna Circle [1929]. Pp.321-340, *in* SARKAR, Sahotra (ed.). *The emergence of logical empiricism: from 1900 to the Vienna Circle*. New York : Garland Publishing, 1996.
- MAYR, Ernst. *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.
- MAYR, Ernst. How to carry out the adaptationist program?. *American Naturalist*, **121**: 324-334, 1983.
- MAYR, Ernst. The idea of teleology. *Journal of the History of Ideas*, **53**: 117-135, 1992.
- MAYR, Ernst; Provine, Will B. *The evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology*. Cambridge MA: Harvard University Press, 1980.

- MORRIS, Suzanne C.; TAPLIN, John E. & GELMAN, Susan A. Vitalism in naive biological thinking. *Developmental Psychology*, **36**: 582-595, 2000.
- NAGEL, Ernest. *The structure of science*. New York: Harcourt. 1961.
- NEANDER, Karen. The teleological notion of 'Function'. *Australasian Journal of Philosophy*, **69**: 454-468, 1991.
- PIGLIUCCI, Massimo.; KAPLAN, Jonathan. The fall and rise of Dr. Pangloss: adaptationism and the Spandrels paper 20 years later. *Trends in Ecology and Evolution*, **15**: 66-70, 2000.
- PIGLIUCCI, Massimo.; MULLER, Gerd. *Evolution, the extended synthesis*. Cambridge: MIT Press, 2010.
- ROSE, Michael R.; LAUDER, George V. Post-Spandrel adaptationism. Pp.1-8, in: ROSE, Michael R.; LAUDER, George V. (eds.): *Adaptation*. San Diego, CA: Academic Press, 1996.
- RUSE, Michael. Teleology in biology: is it a cause for concern?. *Trends in Ecology and Evolution*, **4**: 51-54, 1989.
- SALMON, Wesley. Charles. *Four decades of scientific explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1989.
- SALMON, Wesley Charles. Scientific Explanation. Pp.7-41, in: SALMON, Merrilee H.; EARMAN, John; GLYMOUR, Clark ; LENNOX, James G.; MACHAMER, Peter; MCGUIRE, J.E.; NORTON, John D.; SALMON, Wesley C.; SCHAFFNER, Kenneth F. (eds.). *Introduction to the Philosophy of Science*. Nova Jersey: Prentice Hall, 1992.
- SHORT, Thomas L. Darwin's Concept of final cause: neither new nor trivial. *Biology and Philosophy*, **17**(3): 323-40, 2002.
- SMITH, Richard J. Explanations for adaptations, just-so stories, and limitations on evidence in evolutionary biology. *Evolutionary Anthropology*, **25**: 276-287, 2016.
- STERENLY, Kim. Explanatory pluralism in evolutionary biology. *Biology and Philosophy*, **11**: 193-214, 1996.
- STERENLY, Kim.; GRIFFITHS, Paul G. *Sex and death: An introduction to philosophy of biology*. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- STODDARD, Mary Caswell; YONG, Ee Hou; AKKAYNAK, Derya; SHEARD, Catherine; TOBIAS, Joseph A.; MAHADEVAN, L. Avian egg shape: Form, function, and evolution. *Science*, **356** (6344): 1249-1254, 2017.

WEST-EBERHARD, Mary Jane. *Developmental plasticity and evolution*. Oxford: Oxford University Press, 2003.

WILLIAMS, George Christopher. *Natural selection domains, levels, and challenges*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

Data de submissão: 14/04/2020

Aprovado para publicação: 01/08/2020

El problema de la representación de la naturaleza: las entidades naturales dentro los modelos de experimentación

Mónica María Márquez*

Resumen: Los sistemas de experimentación en laboratorio involucran entidades naturales que son estandarizadas aludiendo a su alta transformación, en sucesivos procesos de purificación y selección (Kohler, 1994). Karin Knorr-Cetina (1999) se refiere a entidades homogéneas singulares llegando a constituir unas totalmente diferentes de aquellas entidades naturales. Márquez (2007) describe esto como un proceso de abstracción donde se reduce la complejidad a características elegidas y como consecuencia son representaciones idealizadas que corresponden a caracteres seleccionados y abstraídos del individuo como tal. Son formas estandarizadas de entidades vivas que tienen una función inferencial: desde los datos obtenidos en el individuo estandarizado en condiciones de laboratorio hacia los organismos que están por “fuera del laboratorio” derivándose datos que serán utilizados en las inferencias. Hans Jorg Rheinberger (1997) afirma respecto al problema de la experimentación y respecto a la representación de la naturaleza, que un modelo de representación sucede a otro, en una cadena que nunca llega a referirse a una realidad natural como tal. Este artículo expone el problema que existe en la representación de la naturaleza que pretende la ciencia. Se concluye que las inferencias que de las teorías se derivan sobre la realidad estarían restringidas por un modelo de representación que es parte de otro modelo dentro del laboratorio y en este sentido no darían cuenta de una realidad natural como referente.

Palabras-clave: representación de la naturaleza; experimentación-laboratorios; entidades naturales; modelos de representación en cadena

The problem of the representation of nature: natural entities within models of experimentation

Grupo Filosofía y Ciencia Episteme Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-mail: monikammarquez@gmail.com

Abstract: Laboratory experimentation systems involve standardized natural entities alluding to their high transformation in successive purification and selection processes (Kohler (1994). Karin Knorr Cetina (1999) refers to singular homogeneous entities, coming to constitute in some different of those natural entities. Márquez describes this as a process of abstraction. She claims that to choose characteristics reduces the complexity and thus, idealized representations that correspond to selected and abstracted characters of the individual as such. They are standardized forms of living entities that have an inferential function: from the data obtained in the standardized individual under laboratory conditions to the organisms that are “outside the laboratory”, deriving data that appear in the inferences. Concerning the experimentation and representation of nature, Hans-Jorg Rheinberger (1997) considers that one model succeeds another, in a chain that never refers to a natural reality as such. This article exposes the problem that exists in the representation of nature that science claims. It concludes that the inferences derived from the theories about reality would be restricted by a representation model that is part of another model within the laboratory. In this sense, they would not account for a natural reality as a reference.

Key-words: representation of nature; experimentation-laboratories; natural entities; chain representation models

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas experimentales están conformados desde su concepción epistémica como un aparato de producción de conocimiento que involucra técnicas, instrumentos tecnológicos, personal científico, y seres vivos utilizados en la experimentación como tipos de modelos para inferir lo que ocurriría a una amplia población similar encontrada por fuera del laboratorio.

El caso más típico sería el ratón de laboratorio, utilizado desde hace siglos como uno de los primeros modelos que permitían inferir similitudes respecto al comportamiento del ser humano en muchos aspectos fisiológicos y patológicos, con lo cual se hizo muy popular en la industria farmacéutica por ejemplo, para probar el efecto de fármacos primero en ratones que en humanos, y de esta manera puede tener un porcentaje de seguridad en la aplicación de diferentes componentes químicos que van entrando en los laboratorios de investigación.

Según Angela Creager (2002) los “organismos modelo” han constituido una estrategia de investigación que ha caracterizado en forma

creciente la biología del siglo XX, siendo parte del desarrollo de grandes proyectos tecnológicos como el secuenciamiento del genoma de muchas especies, lo cual ha sido un factor importante para utilizarlos. Sabina Leonelli (2007), enfatiza en que estos han desempeñado un papel epistémico ya que ellos mismos son el objeto de estudio, y a su vez, los productores de información y datos, utilizados para la construcción de modelos y teorías sobre los fenómenos biológicos para elaborar grandes bases de datos “Big data”.

Dada la definición clásica de conocimiento la justificación de estos sistemas modelo descansaría en la validez de los individuos experimentales, parte fundamental pues los individuos que se utilizan para evaluar todo tipo de procesos biológicos construyen un modelo de representación con el que conforma un aparato epistémico que justifica inferencias a partir de los datos que estos individuos proveen en los laboratorios.

2 LA ESTANDARIZACIÓN DE ENTIDADES NATURALES EN EL LABORATORIO

La mosca *Drosophila* es utilizada por sus “genes Hox”, relacionados con patrones de desarrollo en metazoos superiores, genes que han servido para explicar la morfogénesis normal en humanos y algunos defectos de nacimiento (Bier & McGinnis, 2003). En estos casos la inserción dirigida de genes determinados o la selección de ciertas características del organismo, serían las maneras de tal utilización. Para Robert Kohler (1994) los organismos en los laboratorios son parte de lo que llama la “cultura material” de los espacios experimentales. La mosca *Drosophila* es parte esencial en las acciones de rediseño, se construyen objetos distintos, objetos “estándar”, que para el desarrollo de las investigaciones son fundamentales. Además, su propuesta contiene una visión de los sistemas experimentales como aquellos sistemas tecnológicos que transforman los objetos; creándose objetos nuevos en el espacio experimental. Kohler se refiere al rediseño ligado a la modificación material del objeto a través del análisis del caso *Drosophila*, uno de los organismos modelo más importantes a utilizar en el mapeo genético a principios del siglo XX. Encontrar el diseño es un plan de acción que el científico se plantea y sigue de manera ordenada y sistemática para lograr que el objeto final contenga un diseño previamente establecido.

De manera que el proceso comienza con los organismos aun extraídos del espacio afuera del laboratorio experimental, y al ingresar al laboratorio, son una población diversa. Los comportamientos y características fisiológicas en los individuos iniciales muestran un abanico de heterogeneidad en las respuestas, lo cual se evidencia en el proceso de estandarización, que de acuerdo a las características seleccionadas, unos serán eliminados de la población para continuar con cada vez una población más reducida y estandarizada. En este proceso de selección de individuos, la información de la variabilidad de la población representaba antes de entrar al laboratorio se disminuye a unos individuos. El foco está puesto en un solo carácter y en unas pocas características escogidas. Joan Fujimura se refiere a que estabilizar las formas materiales para poder trabajar en el laboratorio implica que: “Esos animales son considerados por tener la misma constitución genética, homogénea”. (Fujimura, 1996, p. 29).

Por otro lado, una consecuencia es que de esta población muchos individuos serán eliminados, morirán algunos, o se descartarán, de manera que la estandarización no es una acción técnica por si sola, sino que implica decisiones del científico para eliminar individuos siguiendo ciertos criterios establecidos. El científico se hará preguntas respecto al fin tecnológico, es decir, el “para qué” del diseño: “La construcción de *Drosophila*, (...) fue como la construcción de cualquier tecnología de laboratorio, involucró una elección de fórmulas de diseños de organos” (Kohler, 1994, p. 87). De manera tal que Kohler describe este rediseño con ciertas etapas: 1) En primer lugar estaría el rediseño genético, que se realiza a partir de formas silvestres, concebido con un plan que se sigue para insertar genes. 2) En segundo lugar, y como una consecuencia de este plan estaría la modificación física que se genera a partir de reconfigurar el genoma; este rediseño deriva en formas estabilizadas, que serían los organismos estándar (refiriéndose a la producción de un organismo homogéneo y diseñado de acuerdo a los planes de los investigadores). 3) En tercer lugar estaría el fin tecnológico de tales organismos, los cuales no se pueden entender sin el fin para el cual son diseñados. Esto muestra que lo que él llama “organismos estándar” es porque han sido reconstruidos:

Han sido reconstruidos genéticamente a través de generaciones de selección y mejoramiento en criaturas cuya apariencia genética y comportamiento es ampliamente diferente a la de sus ancestros naturales (Kohler, 1994, p. 6)

Lo que plantea aquí Kohler nos lleva a lo que constituye el alejamiento que estos individuos mantenidos en confinamiento tienen respecto a los individuos que están por fuera del laboratorio y hacia los cuales se dirigen las inferencias. Estandarizarlos, son diferentes a los individuos espontáneos que están por fuera del laboratorio y en este proceso de estandarización se va reconfigurando la materialidad de los mimos pasando de un organismo en condiciones controladas de laboratorio, a un individuo modificado en alguna característica que además se va seleccionando, y finalmente, se llega a una población homogenizada. El control, tanto en las condiciones en la experimentación biológica, por ejemplo, que los individuos crezcan a cierta temperatura y humedad, condiciones de alimentación conlleva al grado correspondiente de diferencias en su comportamiento respecto a las poblaciones naturales y espontáneas.

3 DE ORGANISMOS A SUSTANCIAS EN KNORR CETINA

Como lo afirma Karin Knorr Cetina (1999) el laboratorio es un espacio donde sucede el cambio de organismos y los individuos son configurados y reconfigurados, y no exclusivamente cuando son modificados genéticamente, también cuando solo son seleccionados y homogenizados en sus características a través de eliminación de unos individuos y otros no, como especímenes enrarecidos, que pueden ser entendidos en los procedimientos como el caso de los ratones de laboratorio:

Cientos de razas y subrazas de ratones son etiquetadas en términos de una nomenclatura “estandarizada” que revela detalles de su historia y sus características. (Knorr Cetina, 1999, p. 142)

De manera que una consecuencia de los individuos que son tomados como modelos en el laboratorio caso del ratón de experimentos, se convierten con el paso del tiempo en solo datos acumulativos que llevan a las poblaciones a constituir una homogeneidad en lo que constituyen como productores de respuestas en sus características luego que

son sometidos a experimentos. Son como lo dirá Knorr Cetina esfuerzos por disciplinar a los animales salvajes cuando están en el laboratorio, y esto es precisamente ya la diferencia al nombrarlos, los animales por fuera del laboratorio son animales salvajes, o en estado natural, mientras que los que han permanecido por décadas reproduciendo en las condiciones controladas de un laboratorio, bajo condiciones de temperatura y humedad constantes, se convierten en algo diferente, especímenes enrarecidos que ya incluso no pueden volver a sus estados naturales afuera porque morirían:

Animales a través de estrictos regímenes de mejoramiento y estandarización, son también nuevos tipos de organismos, cosas vivientes nunca consideradas por la historia natural, las cuales ahora tienen el laboratorio como el medio ambiente natural. (Knorr Cetina, 1999, p. 142)

El problema que abre toda esta discusión sobre la estandarización en el laboratorio de animales experimentales es aún más drástico y se traslada al campo de la filosofía, ¿son esas nuevas entidades animales u organismos?

Es decir, en este proceso de ir quedándose solo con algunas características útiles para la investigación, por ejemplo, el color de ojos que tendrá la mosca *Drosophila* después de cada cruce, nos lleva a pensar en que se trata de un proceso de abstracción, un método que nos permite relacionarnos con el conocimiento que puede producir algo, y que finalmente se convertirá en datos.

Para Knorr Cetina se han reducido a cosas, que llevan una etiqueta, un nombre simplificado, y que se han reducido a “esencias genéticas”: “La vida es drásticamente reducida y sujeta a optimización temporal”. (Knorr Cetina, 1999, p. 143).

De manera, de entidades biológicas se va pasando a sustancias, a esencias genéticas, a fragmentos, a cosas distintas a lo que fueron antes en su forma natural, y que el concepto de vida, es reducido a lo que el organismo pueda hacer en el laboratorio, a lo que queremos que haga, tal como una unidad de producción, que engrana en una lógica investigativa que lleva a la construcción de modelos inferenciales de la realidad que ocurre allá afuera del laboratorio a partir de este tipo de abs-

tracciones que se hace de los individuos que permanecen en el laboratorio. En este sentido, Knorr Cetina, se refiere a los organismos como sitios de producción

La estandarización es una actividad que involucra una relación entre las metodologías, instrumentos, técnicas y el organismo, y convierte al individuo biológico una sustancia del mismo:

El ADN y otros materiales genéticos han sido transformados en sustancias aisladas que pueden ser cortadas en fragmentos, analizados, reorganizados y usados como los materiales base para futuros procesos de producción. La noción de “sustancia” se refiere a la materia física de la cual la cosa consiste. (Knorr Cetina, 1999, p. 153)

Son para Knorr Cetina, elementos “idénticos” que son usados como agregados. Las sustancias producidas son “uniformes”. Los productos son uniformes, la heterogeneidad ha sido reducida en un número de aspectos como las unidades producción, en herramientas e instrumentos, en las capacidades científicas, en ciclos recurrentes de producción y purificación:

Por ejemplo, solo un número reducido de clases de unidades de producción—unas pocas razas de bacterias, unas pocas líneas celulares, unas especies de animales, y solo unas pocas razas de estas especies son usadas en el laboratorio. (Knorr Cetina, 1999, p. 154)

Mas lo interesante del enfoque de Knorr Cetina es que todo esto que ocurre en la manera de experimentar y hacer ciencia tiene que ver con el intereses o compromiso con ciertos conceptos que finalmente son los que van a transmitirse en los informes de resultados y los propuestos de las investigaciones, como el concepto de “pureza” que es la condición ideal a la que debe llegar todo experimento en laboratorio para poder ser considerado como fuente confiable de conocimiento que se va construyendo a partir de estas entidades transformadas.

Todo este proceso de abstracción estaría también acorde con la búsqueda de conceptos que en la ciencia son valorados como la pureza, aquello que no es contaminado y que puede representar una esencialidad de lo que sería algo. Knorr Cetina, alude a:

Conceptos que rondan la episteme e intereses de un tipo de conocimiento a estructurar a partir de querer desarrollar individuos y cosas

más puras cada vez: La materia física debe tener varias cualidades: uniformidad, pureza, y existencia de masa. (Knorr Cetina, 1999, p.153)

4 SISTEMAS MODELO E IDEALIZACION COMO UN MODO DE REPRESENTACION DE LA REALIDAD

La manera como se conciben estos individuos utilizados en el laboratorio se transforma en objetos idealizados, que no guardan relación con los individuos en su estado natural. De esta manera describe Hans-Jorg Rheinberger la idealización:

Modelos son para usar el lenguaje de laboratorio objetos “ideales” de investigación en dos aspectos: primero ellos son particularmente bien apropiados para la manipulación experimental. Este es el sentido práctico de ideal. Segundo, ellos son objetos idealizados en el sentido de que ellos son en algunos aspectos, estandarizados, reducidos, purificados, aislados, contractuados, y entidades monofuncionalizadas, que pueden ser sujetos a modificaciones. (Rheinberger, 1997, p. 109)

Se propone que esta idealización entre el individuo inicial y las sustancias o subproductos en los cuales se convierte, constituye un proceso de modelación por abstracción de lo que es el sistema natural. De manera que el modelo de representación funciona por abstracción de caracteres que irán idealizando al objeto o entidad en cuestión en una serie de gradaciones que lo convierte en una abstracción de datos seleccionados finalmente. Estas etapas de abstracción serían: 1) individuos en condiciones controladas de crecimiento, 2) individuos que se les han hecho modificaciones genéticas, 3) poblaciones homogenizadas en relación a una o varias características 4) poblaciones estandarizadas 5) fragmentos de individuos estandarizados tal como (ADN, proteínas etc.) (Márquez, 2007).

En este proceso de abstracción se pasaría de un organismo inicial a uno en el que ya solo están presente caracteres que sirven como datos para extrapolar a otros sistemas naturales: si solo una característica fenotípica interesa, por ejemplo el color de ojos, llega entonces a abstraerse esta característica del total que conforman al individuo o entidad biológica, estamos abstrayendo de la materialidad constituyente solo aquello que nos sirve para hacer inferencias y de tal sería un proceso de abstracción, en una serie de etapas o grados de abstracción

porque si más allá en el sistema modelo interesa ya el ADN mismo que se separa o aísla del individuo como tal, entonces el proceso de abstracción avanza, hasta encontrarnos con cosas, no con entidades.

Lo que es inherente a los laboratorios como todo ese aparato de experimentación y su nivel de correspondencia con los procesos naturales afuera estaría cuestionada de acuerdo al nivel de abstracción al que se hubiese llegado por las mismas metodologías que lo experimental en el laboratorio y la manera de estudiar los fenómenos ha conducido.

Al respecto Knorr Cetina se refiere a esto en términos de las formas que se usan estas entidades biológicas en el laboratorio y el papel que juegan como modelos de representación de realidad:

La clonación incrementa la uniformidad del material base y lo hace disponible en grandes cantidades. Como con la clonación del ADN, los resultados finales de la clonación celular son productos de un sistema de producción. Ellos son cepas analizables, uniformes y purificadas de material. Esos materiales, sin embargo, son usados simultáneamente para derivar información acerca de procesos biológicos “naturales”, de acuerdo con el carácter para lo que sirve como modelo para esos procesos. (Knorr Cetina, 1999, p.150)

Si un sistema biológico que es cerrado en su manera de funcionar como modelo, es decir, al clonar individuos con características deseadas de esta manera sea cada vez más restringido y se seleccionen individuos de esa pequeña población que será utilizada para evaluar una característica, no es posible que se le pida que derive información sobre procesos que ocurren de manera natural en los ambientes y condiciones distintas.

5 RHEINBERGER Y LOS ESPACIOS DE REPRESENTACIÓN

Quando se hace referencia a modelos, y en el caso de los laboratorios a todo tipo de individuos que hacen parte de estos, es una idea común que estamos haciendo una representación como modelo de lo que ocurre en la naturaleza, sin embargo, lo primero que es importante es detenernos en el mismo hecho de lo que significa ser modelo de, lo cual nos conducirá a comprender algo que sucede en estos casos y es que dicha representación constituye cadenas de modelos.

Los modelos son según la sabiduría tradicional una representación de lo que ocurre “allá afuera en la naturaleza”, sin embargo, en los modelos experimentales se llega a una conclusión paradójica. Esto sucede como él lo argumenta por la manera en que construimos los sistemas de representación y la manera como justificamos estos espacios, pues si la naturaleza es aquello que ya en sí mismo ha sido transformado tanto que es un sistema diferente donde las células y partes de estas crecen en fragmentos entonces:

La naturaleza en sí misma llega a ser real, en un sentido científico y tecnológico, como un modelo. Así, “sistemas in vitro” bioquímicos pudieran ser modelos para “procesos in vivo”. (...) la gran necesidad de representación en términos de modelación implica que la evidencia no mediada está excluida. El proceso de modelación es uno de ida y vuelta entre diferentes espacios de representación (Rheinberger, 1997, p. 108).

Una de las consecuencias importantes y que se presenta es que este proceso es que los individuos son menos similares a sus parientes que se encuentran por fuera del laboratorio, entonces ¿Qué tan válidas son pues el sistema de inferencias que se realizan a partir de los datos extractados de los organismos modelo en la experimentación del laboratorio hacia un espacio externo en el cual los organismos son diferentes, de alta complejidad determinada por la relación del organismo y los procesos permanentes de adaptación y cambios con el entorno?

Realizar inferencias sobre fenómenos naturales representa ya un primer problema que aborda Rheinberger (1997) respecto a la naturaleza:

Naturaleza como tal no es un referente para el experimento. Es más un daño. Es un constante intento de intrusión. Si las células son fraccionadas, las células no fraccionadas han sido excluidas del espacio de representación. (Rheinberger, 1997, p. 109)

Los espacios de representación son pues aquellos lugares que elegimos dentro de la construcción de un aparato científico para construcción de conocimiento y en tanto una representación sigue a la otra, de un modelo a otro, se trata como lo dice Rheinberger de una cadena de representaciones que nunca alcanza a esa naturaleza como la realidad última, más bien se trataría de aceptar que siempre estamos haciendo representaciones de algo que pensamos es lo que es la naturaleza, pero

no es así. Los fragmentos que en el laboratorio se mantienen sea proteínas, líneas celulares, de algo que una vez fuera un individuo completo, no estamos haciendo una correspondencia con aquello que se encuentra por fuera de los laboratorios.

Si esto es así, la justificación del conocimiento estaría siendo cuestionada en este tipo de sistemas de representación que son tan utilizados en la ciencia actual como son las ciencias experimentales y de laboratorio. Finalmente, este desplazamiento de la representación quedaría descrito de la siguiente manera:

Consecuentemente, tenemos que concluir que el punto de referencia de un sistema controlado experimentalmente resulta ser otro sistema controlado experimentalmente. El punto de referencia de un modelo es otro modelo. (Rheinberger, 1997, p. 109)

Una consecuencia es que se hacen poco a poco diferentes a los organismos afuera, de manera que como modelos de representación serían no tan excelentes o eficientes modelos, es decir, poco pueden decir ya de cómo ocurren efectivamente los procesos de manera natural o espontánea. Esto para líneas celulares, pero igual para un organismo superior como un ratón, se sigue pidiendo que en algún punto conecte con los procesos reales afuera del laboratorio:

Los biólogos moleculares siempre han mantenido que resultados de sus investigaciones en los sistemas modelo deben en algún punto ser reconectados con los procesos en animales y plantas reales. (Knorr Cetina, 1999, p.151).

De manera pues que se hace referencia al problema de conexión entre estos dos tipos de sistemas, en dos espacios: el experimental y el de afuera del laboratorio, y se supone que el modelo experimental de individuos homogenizados permite hacer inferencias respecto al resto de individuos afuera, pero resulta que allí afuera los individuos están sujetos a otras condiciones. Se trata de poblaciones que están en distintas condiciones y espacios, lo cual profundiza el problema de los modelos de representación científica.

6 CONCLUSIONES

Lo experimental es lo que ocurre en el espacio donde estas entidades naturales están siendo manipuladas y con las que se experimenta.

En estos espacios hacen que las entidades naturales que presentaban variaciones constantes afuera, dentro del laboratorio está la estandarización de una entidad natural, en un conjunto de actividades llevadas a cabo en un laboratorio que pretenden homogenizar los organismos utilizados en la experimentación. La estandarización es pues parte de un conjunto de técnicas, en este caso pertenecientes a las biotecnologías.

Desde esta perspectiva los organismos experimentales, aquellos que se producen en los laboratorios, son objetos de naturaleza diferente, son artificializados, se ha perdido la relación de similitud del organismo natural afuera del laboratorio con su pariente espécimen.

Respecto a las inferencias de los datos de los sistemas modelo a los sistemas naturales y sus fenómenos relacionados, donde la distinción entre dos espacios, a saber, el laboratorio experimental y el espacio externo, describen particulares realidades epistémicas. Fuera del laboratorio las entidades vivientes tienen otras, otras dinámicas relacionales en condiciones de complejidad mayor dada su existencia en un nicho y entorno. Fenómenos naturales estarían cuestionados en su manera de modelarse en el laboratorio.

El problema entonces pasa al problema de la representación y los modelos que utilizamos para establecer inferencias y finalmente para proponer teorías científicas. Si nos damos cuenta estamos tratando con un problema de envergadura porque se trata de definir cual modelo me sirve para proponer ciertas hipótesis que experimentalmente puedan en la ciencia con el experimento proveer nuevo conocimiento científico.

Siendo así, el modelo experimental no abarcaría toda la complejidad de caracteres que los individuos en el exterior del laboratorio estarían presentando. De tal forma, que las inferencias que de las teorías se derivan sobre la realidad estarían restringidas por un modelo de representación que es parte de otro modelo dentro del laboratorio y en este sentido no darían cuenta de una realidad natural como referente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIER, Ethan; MCGINNIS, William. Model organisms in the study of development and disease. Pp: 25-45, *in*: EPSTEIN, Charles J.; ERICKSON, Robert P.; WYNshaw-BORIS, Anthony Joseph

- (eds.). *Molecular basis of inborn errors of development*. Oxford: Oxford University Press. 2003.
- CREAGER, Angela N. H. *The life of a virus: Tobacco mosaic virus as an experimental model, 1930-1965*. Chicago: The University of Chicago Press. 2002.
- FUJIMURA, Joan. *Crafting science: a sociohistory of the quest for the genetics of cancer*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1996.
- KELLER, Evelyn Fox. *Making sense of life: explaining biological development with models, metaphors and machines*. Cambridge, MA.: Harvard University Press. 2002.
- KNORR CETINA, Karin. *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*. Cambridge: Harvard University Press. 1999.
- KOHLER, Robert E. *Lords of the Fly: Drosophila genetics and the experimental life*. Chicago: The University of Chicago Press. 1994
- LEONELLI, Sabina. *Weed for thought: using Arabidopsis thaliana to understand plant biology*. Amsterdam, 2007. Tesis doctoral. Vrije Universiteit.
- MÁRQUEZ, Monica. Idealization and model organisms. *Memories of the Meeting of the International Society for the History, Philosophy and Social Studies of Biology*. Exeter: ISHPSB. July 25-29, 2007.
- RHEINBERGER, Hans-Jorg. *Toward a history of epistemic things*. Redwood City: Stanford University Press. 1997.

Data de submissão: 11/03/2020

Aprovado para publicação: 01/07/2020

Concepções materialistas sobre a sede imediata da consciência

Oswaldo Frota Pessoa Junior *

Resumo: Este trabalho estuda, do ponto de vista materialista, o debate sobre qual é a sede física da “consciência primária”, ou seja, da forma mais básica de consciência, envolvendo sensações e emoções. Examinamos historicamente o problema de se tal sensorio é localizado em uma pequena região do encéfalo ou se a consciência é distribuída de maneira holista. Destaque é dado aos escritos de neurofisiologistas da década de 1950, que se dividiam entre a afirmação de que a sede da consciência primária é subcortical, e visões mais holistas como a da tese da homogeneidade (funcionalismo). Busca-se explicar a transição que ocorreu ao final da década de 1960, com o papel predominante que se passou a dar para o neocórtex. A finalidade filosófica deste trabalho é regatar a importância da tese subcorticalista.

Palavras-chave: consciência primária; correlato neural da consciência; holismo; materialismo; localizacionismo; sensorio

Materialist conceptions about the immediate seat of consciousness

Abstract: This paper studies, from a materialist point of view, the debate concerning what is the physical seat of “primary consciousness”, that is, the most basic form of consciousness involving sensations and emotions. We examine historically the problem of whether such a sensorium is located in a small region of the brain or whether consciousness is distributed in a holistic way. Emphasis is given to the writings of the neurophysiologists of the 1950’s, divided between the claim that the seat of primary consciousness is subcortical, and more holistic views like that of the homogeneity thesis (functionalism). One attempts to explain the transition that took place in the end of the 1960’s, and the privileged role that was given to the neocortex. The philosophical aim of this paper is to recover the importance of the subcorticalist thesis.

¹* Departamento de Filosofia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Rua Prof. Luciano Gualberto, 315, 05508-010, São Paulo, SP. E-mail: opessoa@usp.br.

Key-words: primary consciousness; neural correlate of consciousness; holism; materialism; localizationism; sensorium

1 INTRODUÇÃO

A concepção *materialista* da mente considera que a consciência é um produto do corpo do animal, particularmente do seu sistema nervoso, e que na morte a consciência do indivíduo desaparece. Esta concepção se opõe a diversas correntes, em especial ao espiritualismo das visões religiosas e às concepções dualistas da mente, que consideram que a mente é parcial ou inteiramente independente da matéria. O presente estudo se dará no contexto da neurociência contemporânea, que é marcadamente materialista². Consideraremos a forma mais básica de consciência, conhecida como “consciência primária”, e examinaremos o problema de se a sede física imediata desta forma de consciência é localizada em uma pequena região do encéfalo ou se é distribuída de maneira “holista”.

A “consciência primária”³ seria a forma mais básica de consciência, que supostamente surgiu na evolução dos animais, em algum estágio ainda não estabelecido, antes da evolução de formas mais complexas de consciência, com a qual os seres humanos estão familiarizados. Este tipo primário de consciência pode ser caracterizado como o que os filósofos chamam de “consciência fenomênica”, estando associado às qualidades subjetivas da percepção, das emoções, da rememoração e

² Nota-se, porém, que o problema também surge em algumas teorias dualistas, que compartilham a tese do “encefalismo” (*cerebralism*), ou seja, a tese de que a mente se manifesta através do encéfalo em funcionamento (Bogen, 1995, pp. 148-149).

³ Este é o termo usado por Edelman (1992, p. 112): *primary consciousness*, tendo já sido empregado por Hodgson (1878). J. S. Mill usava o termo “*original consciousness*”, e com Hodgson o atribuía a crianças pequenas, ambos negando neste estágio a separação entre sujeito e objeto, com o que concordava William James (ver Evans, 1970, p. 62). Cairn (1952) e Fessard (1954) falavam em “consciência bruta” (*crude consciousness*) e Armstrong (1979, p. 236) em “consciência mínima”; Rosenthal (1992, p. 729) introduziu “*creature consciousness*”, a consciência de criatura; Bogen (1995, p. 138) usou “*subjective awareness*”, que pode ser traduzido por “ciência subjetiva”; Damásio (2000, p. 112) usa “*core consciousness*”, que traduziríamos por consciência cerneira (de “cerne”). “Vigília” designa o estado em que um organismo está acordado e respondendo a estímulos externos, geralmente com ciência (*awareness*), mas exclui o estado subjetivo vivenciado no sono REM, que também costuma ser incluído na consciência primária. A “atenção” é um estado de ciência intensificado.

do sonho. Uma questão que será deixada em aberto é em que medida tal tipo de consciência está associado a uma noção de *self* (“eu” ou “si mesmo”), e também evitaremos a discussão sobre intencionalidade. Esta forma evolutivamente mais primitiva de consciência não envolveria compreensão linguística, nem intuições matemáticas, nem juízos morais, nem representações elaboradas. Segundo Bogen (1995, p. 55), “exemplos são náusea, cansaço, dor não elaborada – como a nevralgia do trigêmeo –, sede e outros similares.”

2 CORRELATOS NEURAI DA CONSCIÊNCIA

A noção de “sede imediata da consciência” deve ser esclarecida. É usual falar-se em “correlato neural da consciência” (CNC), mas tal expressão encerra alguma ambiguidade.

Koch *et al.* (2016, p. 308) definem tais correlatos como “os mecanismos neuronais mínimos que são conjuntamente suficientes para qualquer percepto específico.” Fazem uma distinção entre o “CNC de conteúdo específico” (*content-specific NCC*), que se refere a uma situação cognitiva específica, como a percepção de uma face humana, e o “CNC completo” (*full NCC*), que estaria associado a todas as formas de consciência.

A mencionada ambiguidade pode ser exemplificada ao se considerar o CNC associado à percepção de uma face humana. Em um experimento, compara-se a percepção de uma face com a percepção de uma imagem borrada, e por meio de técnicas de imageamento cerebrais, registram-se as diferenças de atividade cerebral entre as duas situações. Com isso, identificam-se duas áreas corticais que se ativam especificamente na tarefa, uma na área visual V2 e outra na área fusiforme de face (Fig. 1). No entanto, é possível que tais áreas não sejam os correlatos *imediatos* da consciência visual da face. Chamemos tal correlato imediato de “ $\Sigma\omega(\text{face})$ ” (ou “sensório visual”), onde ω denota a parte material do correlato imediato (não capturável em simulações computacionais), e Σ a sua organização dinâmica (os padrões espaço-temporais causais, incluindo as espículas de atividade eletroquímica, todas em princípio mensuráveis e representáveis computacionalmente) (Pessoa, 2015).

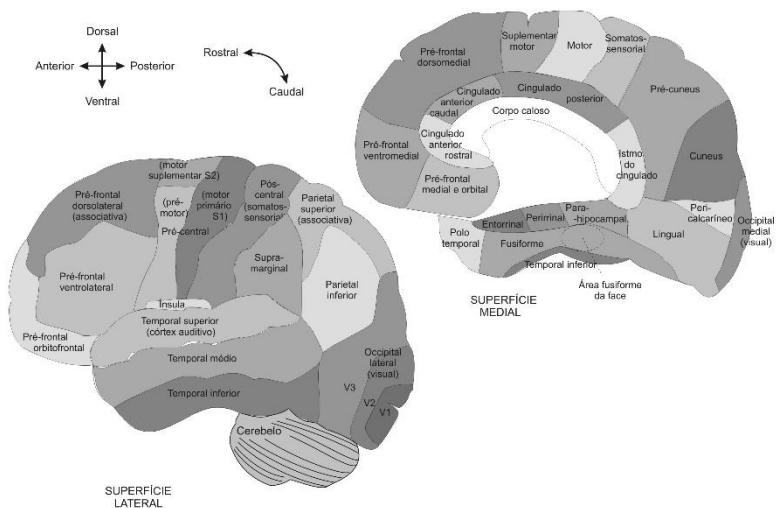


Fig. 1. Vista do neocórtex, com suas áreas principais. Os lobos corticais são o frontal, parietal temporal, occipital, límbico (cingulado) e o insular.

Fonte: adaptado de Carter *et al.* (2009, p. 66), e Hagmann *et al.* (2008, p. 1481).

É possível que a área em V2 e a área fusiforme façam parte da cadeia causal que leva a este estado de consciência, mas que o efeito resultante em $\Sigma\omega(\text{face})$ possa em princípio ser causado de maneira diferente, por exemplo gerando-se artificialmente o padrão organizacional Σ na região do correlato imediato. O experimento em questão, ao eliminar o registro de regiões comuns na percepção de um rosto e na percepção de uma imagem borrada, elimina em princípio a possibilidade de registrar o correlato neural comum a todas as percepções visuais.

3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS: *SENSORIUM COMMUNE*

A discussão sobre a localização da sede da alma vem desde a Antiguidade (Chapman & Wolfe, 1959, pp. 357-368). Havia opiniões diversas sobre se a sede da alma estaria no encéfalo, no coração, ou em outra parte do corpo, apesar de a alma geralmente não ser vista como

localizada em uma única parte do corpo. A tese do coração vem de Aristóteles (séc. IV AEC), chegando até a William Harvey, no século XVII. Na tradição encefalista, que se iniciara com o médico Alcmeão (séc. VI AEC) e Hipócrates, uma discussão na Europa no início da Era Cristã era se a sede da alma estaria nos ventrículos – as cavidades cheias de líquido no encéfalo – ou na substância do encéfalo: Galeno (séc. II EC) concluiu que estaria na substância, ao passo que Nemésio e Agostinho (ambos no séc. IV) defendiam que estaria nos ventrículos (Fig. 2).

A hipótese de Descartes (1649), de que a sede da alma estaria na glândula pineal (Figs. 3 e 4), baseou-se no fato de ela ser uma glândula única e não bilateral (explicando assim a unidade da consciência), localizada centralmente, e de estar em contato com o fluido dos ventrículos. Swedenborg (1743) argumentou que o “cérebro age” a partir da parte externa do encéfalo (ou seja, no córtex cerebral), e não de seu interior.

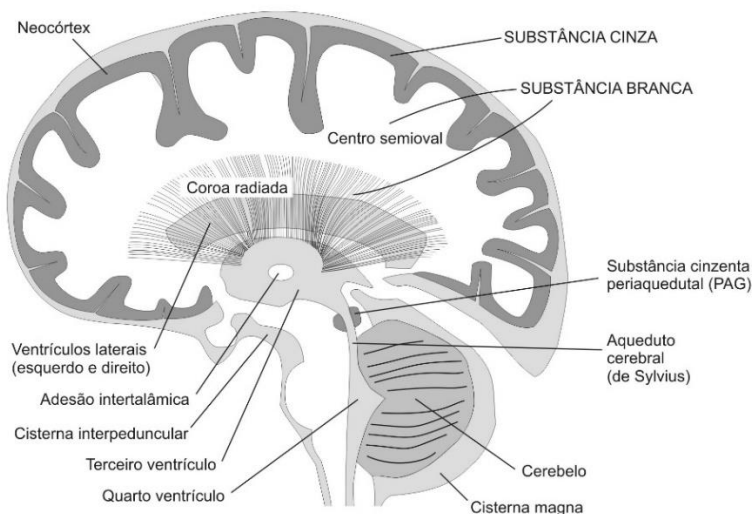


Fig. 2. Vista geral do encéfalo, com ênfase nos ventrículos e cisternas contendo liquor, e destaque para a espessura fina da substância cinza do córtex, e da substância branca, que ocupa boa parte do volume interior do telencéfalo. **Fonte:** adaptado de Felten & Shetty (2009, p. 68), Carter *et al.* (2009, p. 45), e Wikipedia (“Corona radiata”).

No final do séc. XVIII e início do XIX, discutia-se a localização do *sensorium commune*. Segundo o fisiologista tcheco-austriaco Georg Prochaska ([1797] 1851, p. xi), este conceito designava “aquele ponto do sistema nervoso [...] em que as impressões externas se juntam, e a partir do qual as impressões internas são difundidas para todas as partes do nosso corpo.” Havia várias hipóteses distintas sobre a localização do *sensorium commune*, como a glândula pineal, o corpo caloso, o corpo estriado (Fig. 4), a área branca do centrum semiovale (Fig. 2), o bulbo raquidiano (ou *medulla oblongata*), etc. (ver Prochaska, [1784] 1851, p. 429). Seguindo a sugestão do médico alemão Johan Augustus Unzer (1771), que estudou animais decapitados, Prochaska concluiu que haveria o “sensório da alma”, em que a sensação é acompanhada de consciência, e o “sensório corporal”, em que a “reflexão” das impressões externas em internas se daria sem consciência. Sobre a sede dos sensório da alma, limitou-se a concluir que estaria no encéfalo. Em meados do séc. XIX, o termo “sensório” se referia principalmente ao sensório da alma. Nas palavras de Peter Roget (1834, pp. 508-9), o *Sensorium* é “a parte particular do encéfalo, onde ocorre esta última mudança, precedendo imediatamente a mudança mental”, concepção esta formulada pelo autor em uma filosofia dualista, para a qual a mente seria distinta da matéria, pois uma não tem a menor semelhança (qualitativa) com a outra.

Nas palavras de Walshe (1957, p. 511), “durante a primeira parte do século [XIX], a visão corrente era aquela expressa por Johannes Müller, de que a única sede da consciência seria o bulbo raquidiano (Figs. 3 e 4), mas de mais ou menos 1850 até os anos 1870 a opinião fisiológica na Inglaterra e Estados Unidos exprimia-se nas – e podemos supor que em grande medida formada por – sucessivas edições do *Princípios de fisiologia humana* de Carpenter.” O fisiologista inglês William B. Carpenter, que colocou os “gânglios sensoriais” (núcleos da base e parte do tálamo, Fig. 4) como “a sede da consciência, não meramente pelas impressões nos órgãos dos sentidos, mas também pelas mudanças na substância cortical do cérebro, de maneira que só quando esta última reage descendentemente no sensório é que temos consciência ou a formação de ideias, ou de qualquer processo intelectual envolvendo estas ideias” (apud Chapman & Wolff, 1959, p. 363).

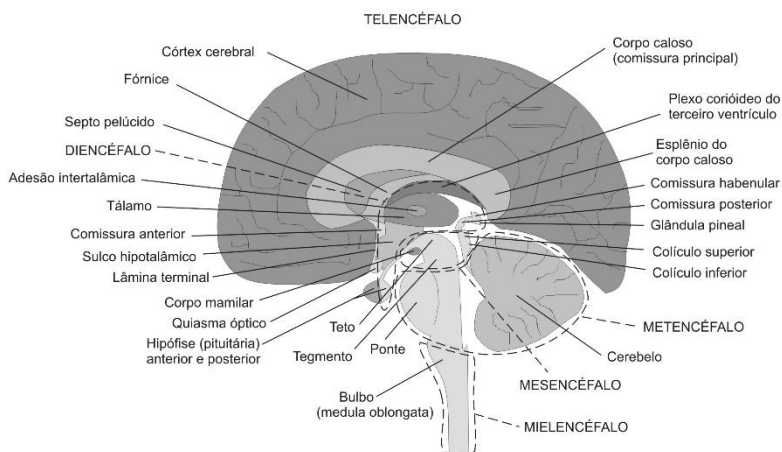


Fig. 3. Visão geral do encéfalo, com destaque em maiúsculas para a divisão embrionária. **Fonte:** adaptado de Felten & Shetty (2009, p. 37).

Segundo William Carpenter:

Somos assim levados, pela evidência muito convincente que a Anatomia Comparada fornece, a considerar esta série de centros Ganglionares como constituindo o verdadeiro Sensorium; cada gânglio tendo o poder de tornar a Mente consciente das impressões derivadas do órgão com o qual ele está conectado. Se esta posição for negada, teremos ou que recusar a consciência a tais animais [Artrópodos, Moluscos] que não possuem outros centros Encefálicos do que esses; ou então acreditar que a adição dos hemisférios Cerebrais, na série Vertebrada, altera as atribuições dos gânglios Sensoriais – uma ideia que é contrária a toda analogia. (Carpenter, 1864, 6ª ed., p. 545)

Thomas Laycock, tradutor de Prochaska e Unzer, e professor de Hughlings Jackson, também defendeu semelhante visão subcorticalista em 1860, em seu livro *Mind and brain*, citado por Walshe (1957):

[...] o bulbo raquidiano [medulla oblongata] é o sensorio comum de todos os estados conscientes, quer se refiram a processos corporais, ou às mudanças puramente encefálicas associadas a ideias. Os hemisférios cerebrais e cerebelares podem ser considerados periferias estendidas, tendo, semelhantemente à periferia corporal, como seu centro o bulbo raquidiano. (Walshe, 1957, p. 516)

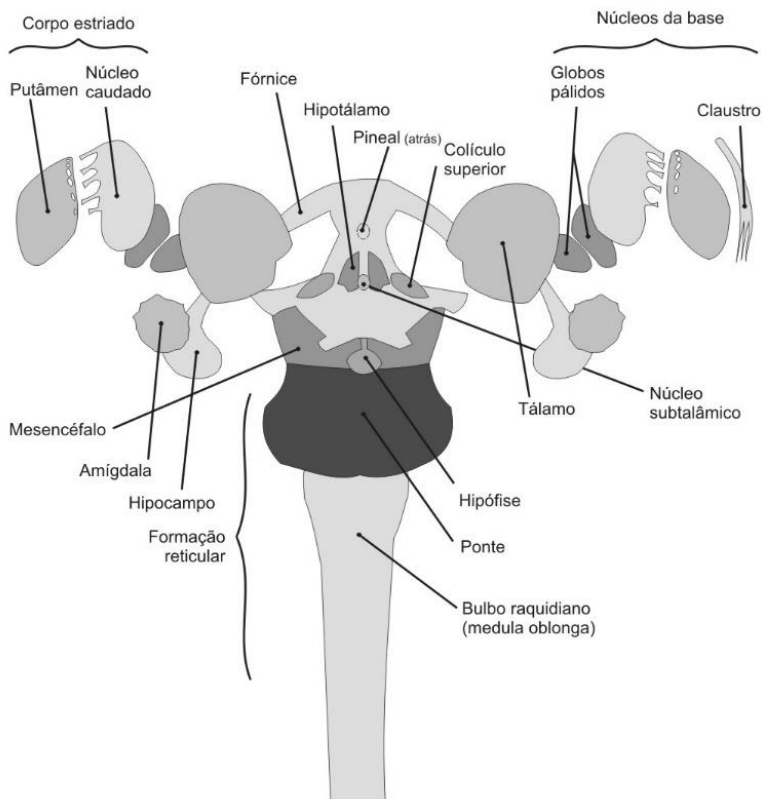


Fig. 4. Tronco encefálico, estruturas do diencefalo, núcleos da base e hipocampo. **Fonte:** Adaptado de Carter *et al.* (2009, pp. 52-53), e Wikipedia (“Clastrum”).

No entanto, a partir dos anos 1870, o conceito de sensorio foi largamente abandonado, e o córtex cerebral passou a ser aceito como “a sede das funções intelectuais, sensação inteligente ou consciência, ideação, volição e memória”, devido às evidências empíricas de que a destruição extensa do córtex, ou lesões nas fibras que conectam o córtex com os níveis inferiores, deixa o indivíduo “mentalmente defeituoso” (Schäfer, 1900, p. 697).

Concepções holistas e localizacionistas sempre estiveram em debate na história da neurofisiologia. Diante do localizacionismo de todas as

faculdades humanas proposta pela frenologia de Franz Gall (Bailey, 1959, pp. 419-425), Jean Pierre Flourens (1842), baseado em estudo de ablações no encéfalo de pássaros, em que distinguiu funções específicas do tronco encefálico e cerebelo, divulgou uma concepção holista do córtex cerebral, visto como a “sede unitária de uma mente unitária” (Morabito, 1999, p. 393). Estudos posteriores de Paul Broca (1861), John Hughlings Jackson, Gustav Fritsch & Eduard Hitzig (1870), David Ferrier (1873) e Luigi Luciani (1881), entre outros, confirmaram que o córtex cerebral tem diversas funções localizadas em diferentes áreas (Bailey, 1959, pp. 425-431).

No entanto, a questão que nos interessa aqui é a questão da localização da *consciência*.

4 DIFERENTES CONCEPÇÕES SOBRE A SEDE DA CONSCIÊNCIA SEGUNDO FESSARD

Na década de 1950, a questão de como a consciência é produzida no encéfalo, e se há uma localização mais ou menos definida para ela, passou a ser bastante discutida entre neurofisiologistas e anatomistas. O neurofisiologista francês Alfred Fessard resumiu as principais opiniões sobre o locus da consciência, ou das “integrações experienciadas” (IE):

Ninguém hoje em dia duvidaria que há um substrato nervoso para as IE no encéfalo. A questão é saber se deveríamos considerar este substrato como concentrado ou difuso, como específico a uma região estreitamente delimitada ou capaz de ser identificada com estruturas nervosas variadamente situadas. Isso faz uma distinção entre três principais opiniões divergentes: A primeira opinião é que o encéfalo funciona “como um todo” e a consciência é uma propriedade de sua atividade total; de acordo com a segunda opinião, o que realmente conta para as integrações perceptivas são as padronizações dinâmicas em constante modificação, que presume-se que se organizem a si mesmas dentro de uma massa indiferenciada de neurônios, como as que se distribuem por todo o córtex cerebral; e a terceira é que há uma região específica envolvida nas integrações “experienciadas” (IE), de maneira que as outras partes do encéfalo participam nelas apenas na forma de operações inconscientes: o grosso dos dados modernos indica que este papel pode ser desempenhado pelos sistemas

reticulares de neurônios no tronco encefálico e/ou diencefalo. (Fessard, 1954, p. 206)

No presente artigo, agrupamos a primeira e segunda opiniões nas correntes holistas. A segunda, porém, é um holismo *funcionalista* restrito ao córtex cerebral (um “semi-holismo”). Segundo o funcionalismo, a consciência seria função da organização causal do encéfalo, independente da natureza do seu substrato material⁴. Assim, para o funcionalismo dos anos 1960-70, uma máquina feita de semicondutores poderia ser consciente, desde que reproduzisse todas as conexões causais relevantes do encéfalo. Na neurofisiologia dos anos 1940-50, o funcionalismo foi compartilhado por vários autores, e chamado de “tese da homogeneidade”, em especial por Edgar Adrian (1947), que postulava que a qualidade de um cheiro, por exemplo, seria dado apenas pelo detalhe fino temporal dos padrões nos receptores e pela distribuição espacial dos impulsos (1954, p. 238). A questão de como uma qualidade subjetiva surgiria de um padrão mecânico espaço-temporal era resolvido por Adrian, Wilfrid Le Gros Clark e John Eccles postulando que a mente é imaterial, e que “a ligação da mente com o encéfalo ocorre primariamente no córtex cerebral” (Eccles, 1953, p. 265). Vemos assim uma ligação histórica do funcionalismo com o dualismo, dualismo este que a partir dos anos 1960 parece ter se camuflado na ciência cognitiva funcionalista (uma questão a ser debatida), e que se travestiu no monista Roger Sperry em um emergentismo com causalção descendente.

Já a terceira opinião é o localizacionismo, que dividimos em subcortical (ênfatisado por Fessard) e cortical. Dando destaque ao localizacionismo subcortical (ver Delafresnaye, 1954, p. 247), Fessard passa a fazer uma divisão entre “as duas visões conflitantes principais”:

Ou a experiência subjetiva depende da atividade de alguma assembleia neuronal central dotada de propriedades específicas; ou ela é evocada indiferentemente pela atividade de um grande número de outras estruturas neurais, particularmente aquelas dentro do córtex cerebral. No primeiro caso, a consciência completa [*full consciousness*] apareceria

⁴ O termo “funcionalismo” em psicologia era usado no começo do séc. XX para designar “a psicologia que examina funções mentais com respeito ao seu uso para o organismo” (Boring, 1942, p. 299). A acepção usada aqui foi introduzida no contexto da filosofia da mente e ciência cognitiva na década de 1970.

como um mero enriquecimento da consciência bruta [*crude consciousness*], como um resultado da projeção descendente dos padrões corticais de atividade ao centro específico; no segundo, a consciência completa deveria implicar um processo de integração de todos os geradores particulares – por assim dizer – da experiência subjetiva. (Fessard, 1954, p. 215-6)

Fessard chega a apresentar quatro figuras representando cinco “diferentes concepções sobre o sítio dos processos integrativos nervosos que se supõe que sejam essenciais para a emergência da experiência consciente” (Fessard, 1954, p. 213). Elas são: “I. Integração puramente cortical. II. Integração cortical por meio de caminhos através de X [o sistema centrencefálico]. III. Integração cortical sob o controle inconsciente de centros subcorticais. IV. Duas concepções em um único diagrama: ou integração de todo o sistema córtico-subcortical, ou integração centrencefálica pura.” As três primeiras são alternativas para o semi-holismo cortical, ao passo que a quarta é o holismo e a quinta é o localizacionismo subcortical.

5 A HIPÓTESE HOLISTA

No presente contexto neurocientífico materialista, designam-se por concepções “holistas” aquelas que consideram que a consciência emerge, de maneira direta, de processos distribuídos mas integrados em um vasto volume do encéfalo⁵. A consciência não seria gerada em uma região localizada de maneira restrita no encéfalo, como nos 0,1 cm³ da glândula pineal, segundo postulado por Descartes, mas estaria distribuída em uma extensa região, cobrindo possivelmente todo o cérebro (tálamo e córtex), em um volume da ordem de 1000 cm³. Não se trata apenas da tese de que as *causas* da consciência envolvem

⁵ O encéfalo (*brain*, em inglês) é formado a partir das estruturas embrionárias do prosencéfalo (*forebrain*), mesencéfalo (*midbrain*) e rombencéfalo (*hindbrain*). O prosencéfalo se divide no telencéfalo e no diencéfalo. O telencéfalo é o “cérebro” (*cerebrum*) propriamente dito, que inclui o córtex cerebral, a amígdala e os núcleos da base. Já o córtex cerebral divide-se no neocórtex, no arquicórtex (hipocampo) e no paleocórtex (ligado ao sistema olfativo). O diencéfalo congrega o tálamo, hipotálamo e glândula pineal. O tronco encefálico inclui o mesencéfalo, a ponte e o mielencéfalo (bulbo raquidiano, também chamado de *medulla oblongata*). A ponte e o cerebelo formam o metencéfalo, que junto com o mielencéfalo congregam o rombencéfalo, mencionado anteriormente. Ver Fig. 3.

processos distribuídos no encéfalo e no corpo todo: sobre isso todos concordam. A discussão é sobre o que “constitui” a consciência, sobre o correlato encefálico *imediato* da consciência (cf. seção 2).

Pode-se associar a consciência a uma parte específica do encéfalo? O holismo do neurologista e psiquiatra alemão Kurt Goldstein (1934) dava uma resposta negativa a esta questão, baseado na prioridade do “organismo” como um todo unificado, a partir do qual mente e corpo seriam dois aspectos (no sentido espinozano)⁶. Visões dualistas têm uma concepção holista da mente, mas ainda se coloca a questão de se ela está conectada a uma região específica do encéfalo ou não. Por exemplo, para o dualista Eccles (1953, p. 266), a experiência mental “tem uma contrapartida em um padrão espaço-temporal específico de atividade neuronal.”

Karl Lashley (1929) era defensor de um holismo cortical, dando uma resposta negativa à questão da localização. Baseou-se em seus experimentos de memorização em camundongos com o córtex seccionado, defendendo a concepção holista de que, no córtex associativo e de funções mais complexas do que a mera sensibilidade e ação motora, haveria uma “equipotencialidade das partes”. Uma concepção holista baseada no paradigma holográfico foi desenvolvida na década de 1960 pelo aluno de Lashley, Karl Pribram.

Visões holistas eram comuns entre os neurologistas na década de 1950, especialmente associadas à tese da homogeneidade (funcionalismo):

Um mecanismo dinâmico em mudança parece ser a única hipótese sustentável. É a própria integração, a relação de uma parte em funcionamento com a outra, que é a mente e que causa o fenômeno da consciência. Não pode haver um centro. Não há uma única sede da

⁶ O “dualismo de atributos” (ou “aspectos”) de Baruch Espinoza se contrapunha ao “dualismo de substância” de Descartes. Descartes afirmava a existência de duas substâncias separadas, a alma (pensamento ativo e sem extensão) e o corpo (extensão não-pensante e passiva). O problema que surgiu é porque essas substâncias parecem interagir causalmente. As respostas dadas na época foram o interacionismo, o ocasionismo e a harmonia pré-estabelecida. Já para o monismo proposto por Spinoza, o mental e o físico são dois modos distintos da substância única de Deus (ou Natureza). Gustav Fechner reformularia esta concepção falando em duas “perspectivas” distintas, a interna (mental) e a externa (científica), para uma mesma realidade. Um defensor contemporâneo do dualismo de atributos é Thomas Nagel.

consciência. É o fluxo de impulsos em uma série complexa de circuitos que torna a mente viável. Muitos desses circuitos passam do córtex para o tálamo e tronco encefálico, e retornam. Esses são provavelmente os circuitos mais importantes para as funções mentais; mas porque é o funcionamento em conjunto e a sequência no tempo que contam, nenhuma parte é superior ou inferior do que as outras. Algumas estão envolvidas em larga medida com alerta e ciência [*awareness*]; outros com discriminação e escolha. (Cobb, 1952, p. 176)

Por mais que essa estação celular no tronco encefálico seja um instrumento poderoso, o termo “centro” ou “sede” da consciência não parece pertinente. Hesitaríamos em chamar o coração a sede da circulação, apesar de ele ser seu motor principal e, junto com os principais vasos sanguíneos distribuidores, ocupar uma posição central. Mesmo de um músculo não pode ser dito que seja a sede da contratilidade. “Consciência”, “circulação”, “contratilidade” são termos abstratos convenientes que significam a organização de processo complexos em estruturas anatômicas complexas. (Schiller, 1952, p. 220)

Hoje em dia, as concepções holistas continuam se dividindo entre aquelas que consideram que a consciência envolve uma integração do córtex, e aquelas que defendem que ela envolve uma integração do córtex e de regiões subcorticais. Esta última é representada por Llinás & Paré (1991, p. 532), para quem “se a consciência é um produto da atividade talamocortical, *é o diálogo entre o tálamo e o córtex que gera a subjetividade.*” A visão holista é bastante difundida, e é expressa claramente na teoria do cerne dinâmico (*dynamic core*) de Tononi & Edelman (1998, p. 1850):

A hipótese do cerne dinâmico evita o erro categorial de supor que certas propriedades locais e intrínsecas têm, de alguma maneira misteriosa, uma correlação privilegiada com a consciência. [...] O cerne dinâmico é um processo, já que é caracterizado em termos de interações neurais variando no tempo, e não caracterizado como uma coisa ou uma localização. (Tononi & Edelman, 1998, p. 1850)

Uma abordagem diferente é feita para a consciência visual por Zeki & Bartels, que desenvolvem uma teoria holista baseada em “microconsciências” distribuídas no córtex, de maneira que “o sistema

de processamento é igualado ao sistema perceptual” (Zeki & Bartels, 1999, p. 243):

Finalmente, evidência anatômica mostra que não há uma estação integradora final no encéfalo, que receberia entradas de todas as áreas visuais; pelo contrário, cada nodo tem múltiplas saídas e nenhum nodo é apenas receptor. Em conjunto, essa evidência nos leva a propor que cada nodo de um sistema perceptivo-e-de-processamento cria suas próprias microconsciências. Propomos que, se qualquer integração [*binding*] ocorrer para nos fornecer nossa imagem integrada do mundo visual, esta deve ser uma integração entre as microconsciências geradas nos diferentes nodos. (Zeki & Bartels, 1999, p. 225)

Assim, áreas primárias corticais participariam dos correlatos neurais *imediatos* da consciência visual.

6 HIPÓTESES CORTICALISTAS

Há uma longa tradição de considerar que o córtex ou neocórtex é a sede imediata da consciência, quer numa versão mais holista ou mais localizada. John Hughlings Jackson (1887, p. 29) apresentou seu modelo hierárquico, em que os lobos pré-frontal (centros motores mais elevados) e occipital (centros sensoriais mais elevados) “constituem o ‘órgão da mente’ ou a base física da consciência” (Fig. 1). Apesar desta opinião de Jackson, ele defendia que o neurologista não deveria buscar explicar a mente a partir do funcionamento do corpo, mas apenas focar sua atenção no último. Jackson foi influenciado pelas ideias evolucionistas que passaram a dominar a biologia a partir de 1859, especialmente as de Herbert Spencer, como mencionaremos na seção 11.

Uma concepção semelhante foi defendida por William James, em seu *The principles of psychology* (1890, p. 66), onde escreveu que “o córtex é o único órgão da consciência no homem.” Charles Scott Sherrington herdou de Jackson o dualismo e a concepção corticalista de que a base neurológica da consciência está associada ao centro integrativo superior do sistema nervoso.

Esta hipótese cortical aparece também no livro didático de Baars & Gage (2010, p. 20), que afirma que a concepção de que o neocórtex é a sede da consciência tende a ser confirmada por técnicas de neuroimagem, discordando de cientistas que “acreditam que regiões

subcorticais também estariam envolvidas” na consciência. Outra expressão desta posição é dada por Roth: “Todas essas partes do cérebro fora do córtex contribuem de maneira substancial para a consciência, mas suas atividades permanecem completamente inconscientes. [...] Temos ciência apenas de processos ligados à atividade dos córtices associativo e cingulado, e mesmo assim a apenas alguns desses processos” (Roth, 2000, p. 81). Joseph LeDoux (2012, p. 665) também defende que a consciência, inclusive a emocional, está associada ao espaço de trabalho (*workspace*) cognitivo localizado em áreas neocorticais, especialmente no córtex pré-frontal e parietal.

O neurocientista russo Eugene Sokolov considerava que há uma área cortical privilegiada, o *córtex pré-frontal dorsolateral* (Fig. 1), que integraria os fragmentos de consciência dispersos nas áreas sensoriais (ou pelo menos das áreas visuais). “Isso significa que o córtex pré-frontal dorsolateral, que recebe informação tanto das correntes visuais ventral quanto dorsal, é responsável pela consciência. [...] O córtex visual primário (área V1), que fornece informação para os neurônios da consciência no córtex pré-frontal, não está diretamente associado à consciência” (Sokolov, 2012, p. 7). Tal conclusão baseou-se em experimentos de “visão cega”, não consciente, de Lawrence Weiskrantz, em que são ativados o colículo superior (no mesencéfalo) e o córtex pré-frontal medial e orbital, mas não o córtex pré-frontal dorsolateral, que só é ativado na visão *consciente* (Sahraie *et al.*, 1997).

Um trabalho de revisão de Rees, Kreiman & Koch (2002) propôs várias áreas corticais como constituindo o correlato neural da consciência visual: “apesar de a atividade no córtex visual ventral ser um consistente correlato neural da consciência, ela talvez seja insuficiente para produzir ciência [*awareness*] sem uma contibuição adicional de loci parietal e pré-frontal” (p. 268). Posteriormente, porém, Koch e sua equipe modificaram suas conclusões em outro artigo de revisão: “os correlatos neurais anatômicos da consciência estão localizados primariamente em uma zona quente [*hot zone*] cortical posterior que inclui áreas sensoriais, ao invés da rede fronto-parietal envolvida no monitoramento e relato de tarefas” (Koch *et al.*, 2016, p. 307). O córtex frontal estaria sendo ativado nos testes tradicionais por causa da tarefa de apertar botões a que os sujeitos estavam sendo submetidos para relatar suas experiências subjetivas. Em outros testes

“sem tarefas”, a área frontal não se ativaria, mas sim esta mais restrita “zona quente” têmporo-parietal-occipital, além é claro das condições de fundo que englobam a formação reticular do tronco encefálico e o “tálamo paramediano” (p. 316).

É interessante que a divisão, no campo dos corticalistas, entre ênfase na região frontal versus região posterior já aparecia na década de 1930. O físico e psicólogo estadunidense Leonard Troland considerou inicialmente que “a síntese das muitas influências das áreas de projeção sensoriais”, que ocorreria “no caminho comum final de todas essas correntes”, deveria se localizar na “área de projeção motora”, ou seja, no córtex motor primário. Porém, é um fato experimental que “a destruição da área motora não interfere com a consciência de maneira nenhuma, com exceção da limitação no ajuste corporal” (Troland, 1932, p. 52). Assim, seria no *córtex pré-frontal*, em áreas próximas à motora, onde estaria “o local dessas organizações incitatórias” que estimulariam as células piramidais, local encontrado “nas regiões frontal ou pré-frontal intermediária do córtex” (p. 52). Em suma, seriam as “extensas áreas de associação frontal e pré-frontal, *que parecem fornecer a sede geral mais apropriada para a região de determinação direta da consciência introspectiva*” (p. 54). Dentre as razões apresentadas para esta conclusão, está que “a região frontal mostra uma expansão mais marcada no encéfalo humano, quando comparada aos encéfalos de primatas inferiores, do que qualquer outra porção do córtex cerebral.” Além disso, Troland (p. 54) argumenta que “distúrbios sérios de função nesta região frequentemente leva à inconsciência, assim como a distorções gerais sistemáticas da consciência e da personalidade.” Adiciona que a região frontal tem “conexões diretas extensas com o tálamo.” Troland chama atenção que o psiquiatra italiano Leonardo Bianchi, em seu *Tratado de psiquiatria* de 1905, apresentou conclusões semelhantes.

Continuando sua análise, Troland (1932, p. 57) afirma que “a alternativa mais plausível ao lobo frontal como a sede da ‘região de determinação’ consiste na área de associação parietal”, área que é contígua às áreas de projeção visual, auditiva e somestésica, estando também contígua à área de Wernicke, relacionada à organização da linguagem. “Porém, lesões na região de associação parietal perturbam a consciência muito menos do que aquelas no setor frontal” (p. 57).

Cita os neuropatologistas Tilney & Riley (1921), que afirmaram que em lesões do córtex frontal a consciência é mais profundamente afetada, e que tumores desta região podem estar acompanhados de ataques semelhantes à ausência (epilepsia de *petit mal*). Troland (pp. 58-59) prossegue: “a inconsciência que acompanha violentos ataques de epilepsia jacksoniana podem ser atribuídos a uma desorganização da sinergia do lobo frontal, em consequência do espalhamento da excitação epilética a partir da área de projeção motora.”

Notamos assim a importância do método indutivo da diferença (Mill, 1843, Livro III, Cap. VIII, § 2) para a análise da questão da localização da consciência: se na ausência de funcionamento da área X, segue-se a ausência de consciência, então X é uma provável causa necessária da consciência. Voltaremos a este ponto na seção 8. Notamos também que a ausência, ou epilepsia de *petit mal*, é dos exemplos mais simples de inconsciência, sem nenhum outro efeito colateral notável, e que será invocado mais tarde por Penfield e Le Doux, como veremos.

7 LOCALIZACIONISMO SUBCORTICAL EM MEADOS DO SÉC. XX

Há também uma terceira classe de opiniões, a *hipótese subcorticalista*, que defende que a consciência primária localizar-se-ia em regiões subcorticais, como o tálamo ou o tronco encefálico. A tese de Descartes de que a consciência se localizaria na pineal já não é mais aventada, dado que a função desta glândula é endócrina.

Desde 1890, com o neuroanatomista vienense Ludwig Mauthner, acumulava-se evidência de que interferência em estruturas do tronco encefálico e do diencéfalo produzem sono ou diferentes níveis de inconsciência (Schiller, 1952, p. 219). Na Alemanha, o psiquiatra Martin Reichardt (1928) sugeriu que os núcleos da base e o mesencéfalo desempenham papel importante na manutenção da consciência (cf. Cairns, 1952, p. 110). Em 1934, o neurocirurgião alemão Otfried Foerster fez menção às teses subcorticalistas, ao descrever os efeitos comportamentais (em pacientes acordados em cirurgia) de manipulações na região do mesencéfalo e da ponte, e na porção anterior do hipotálamo (Figs. 3 e 4):

Eu pessoalmente estou longe de extrair dessas observações a conclusão de que a consciência e seus estados estejam localizados no tronco encefálico, como tem sido expresso por vários autores. Eu não participarei do destronamento do córtex cerebral de sua importância para os processos da consciência. Mas pode ser dito com alguma certeza de que a ação do córtex como o substrato daqueles processos neurodinâmicos que estão associados à nossa consciência pode ser influenciada em direção oposta por duas partes diferentes do tronco encefálico. (Foerster, 1934, p. 210)⁷

Em 1946, o neurocirurgião estadunidense Walter Dandy modificou uma proposta sua anterior, baseada em evidência obtida em sua prática cirúrgica, e defendeu que “o centro de consciência [...] só pode ser na parte anterior do corpo estriado” (apud Meyers, 1951, p. 659). O corpo estriado congrega os núcleos da base, e a inferência indutiva feita por Dandy se baseou na observação de três pacientes que perderam áreas do núcleo caudado ou do putâmen (apenas do hemisfério direito) e ficaram inconscientes definitivamente (Fig. 4). Essa hipótese foi convincentemente falseada por um conjunto mais amplo de observações feitas por Russell Meyers (1951).

No campo da psiquiatria de base neurológica, Johannes Nielsen & George Thompson (1947) escreveram um livro importante intitulado *Engramas da psiquiatria*, em que o termo “consciência” (*consciousness*) é tomado no sentido de consciência primária, ao passo que o termo “ciência” (*awareness*) é associado ao conhecimento do ambiente, necessitando o envolvimento do córtex cerebral (cf. Marshall & Magoun, 1998, p. 205-7) Um bebê ou uma criança com anencefalia reage ao carinho com contentamento e à rispidez com choro, indicando que possuem uma sensibilidade geral somestésica, ou seja, consciência. Esta estaria localizada na estrutura neuronal (engrama) do “centro mesencefálico-diencefálico”:

Da discussão precedente deve ficar claro que há uma forma rudimentar de consciência, mediada pelo tronco encefálico e tálamo, com a qual é possível para um indivíduo responder a estímulos. Sempre que o tronco encefálico é cortado no nível mesencefálico no homem, a consciência é perdida. Foi mostrado em casos clínico-patológicos que

⁷ Bailey (1962, p. 9) menciona que Foerster teria defendido que a sede da consciência está no bulbo raquidiano, mas esta citação desmente isso.

a localização do sistema de engramas essencial para a consciência rudimentar está onde se encontram o mesencéfalo, o subtálamo e o hipotálamo. A secção do tronco encefálico através dos tálamos mantém o paciente consciente. A secção abaixo do mesencéfalo também o deixa consciente. Mas a secção através dele causa coma permanente. (Nielsen & Thompson, 1947, p. 17)

Talvez o mais destacado proponente da concepção subcorticalista neste período tenha sido o neurocirurgião canadense Wilder Penfield, aluno de Foerster, que propôs em 1935 que “todas as regiões do encéfalo podem estar envolvidas em processos normais de consciência, mas o indispensável substrato da consciência localiza-se fora do córtex cerebral, provavelmente no diencefalo” (Penfield, 1938, p. 442; cf. Penfield, 1983, cap. 5). A região chave do diencefalo seria o tálamo, pois segundo Penfield seria em regiões corticais conectadas a esta estrutura que ocorreriam as descargas que causam as crises epiléticas de *petit mal* (mencionadas na seção anterior), em que os pacientes (especialmente crianças) ficam “ausentes” durante alguns segundos, com perda total de consciência, mas sem a perda de comportamentos automáticos (como andar ou segurar uma xícara) (cf. Merker, 2007, § 2). Para Penfield (1983, cap. 10), neste caso, o “mecanismo da mente” seria desligado, mantendo-se apenas o mecanismo sensoriomotor automático, que chamou de “o computador”. Robert Thompson colocou da seguinte maneira os dois conjuntos de observações que Penfield usara em sua argumentação:

O primeiro era relativo à descoberta repetida que pequenas interferências dentro do tronco encefálico por pressão ou lesão indevidas, ou como resultado de descargas epiléticas locais, aboliam a consciência e a ação intencional. Dado que extensas excisões corticais deixavam essas atividades “psíquicas” intactas, Penfield raciocinou que as atividades do tronco encefálico devem ser mais importantes para a ciência [*awareness*] consciente e processos volitivos do que as do córtex cerebral. O segundo conjunto de observações impelindo-o a favorecer a existência de um mecanismo integrador no tronco encefálico estava relacionado à maneira em que o giro motor pré-central é ativado. Para Penfield, caminhos transcorticais entre as áreas corticais sensoriais (ou associativas) e o córtex motor não participavam de respostas elicitadoras, já que ablações corticais em torno do giro pré-central não comprometiam o movimento voluntário. A única alternativa seria que o

córtex motor é ativado por um mecanismo neural abrigado dentro das profundezas do encéfalo. (Thompson, 1993, pp. 197-8)

Em 1957, o importante neurologista inglês Francis Walshe desferiu uma “ataque impiedoso” (Thompson, 1993, p. 198) a Penfield, comparando sua teoria à de Carpenter (1864) (cf. Marshall & Magoun, 1998, p. 205). Em consequência desta crítica, Penfield (1958, p. 232) retrocedeu em sua posição localizacionista: “A consciência existe somente em associação com a passagem de potenciais elétricos através de circuitos que estão em constante mudança no tronco encefálico e no córtex. Não se pode dizer que a consciência esteja aqui ou acolá. Mas certamente, sem a integração centroencefálica, ela seria inexistente.” Alguns anos depois, passaria a defender uma concepção dualista, referindo-se a Sherrington, que foi influenciado pela tradição antimaterialista leibniziana da harmonia pré-estabelecida, popular na Grã-Bretanha vitoriana⁸. “Mas esperar que o mecanismo superior ou qualquer conjunto de reflexos, por mais complicado que seja, executa o que a mente faz, e portanto realiza todas as funções da mente, é bastante absurdo. [...] nosso ser deve ser explicado com base em dois elementos fundamentais [matéria e mente]” (Penfield, [1975] 1983, cap. 20; cf. Feindel, 1995, pp. 59-60).

Dois trabalhos de relevância para a hipótese subcorticalista aconteceram na década de 1940. Edward Dempsey & Robert Morison (1942) descobriram um sistema no tálamo que, quando estimulado eletricamente a baixas frequências, evoca ondas corticais de alta voltagem e largamente distribuídas. Com maior impacto, Giuseppe Moruzzi & Horace Magoun (1949) descobriram que a estimulação da formação reticular⁹ em gatos sedados (e portanto em estado de sono profundo) quebra a sincronização nos sinais de eletroencefalograma

⁸ Hughlings Jackson inclui nesta tradição antimaterialista, além de si mesmo, ao filósofo William Hamilton, John Stuart Mill, William Clifford, Herbert Spencer, Max Müller, Alexander Bain, Thomas Huxley, Emil du Bois-Reymond, Thomas Laycock e John Tyndall (Jackson, 1887, p. 38), mas esta lista deve ser reavaliada com mais cuidado. No século XX, podemos também mencionar os discípulos de Sherrington, Adrian, Le Gros Clark e Eccles.

⁹ O termo “formação reticular” não é muito usado hoje em dia, pois agora conhecemos melhor os diferentes núcleos desta área do tronco encefálico, incluindo a coluna dos núcleos da rafe, onde se produz serotonina.

(EEG) no córtex motor (típico deste estado de sono, com ondas alfa claramente delimitadas), produzindo uma “dessincronização” no sinal de EEG (ou seja, quebra das ondas regulares) que é típica do estado de alerta comportamental (estado de vigília e, como seria descoberto em 1953, no sono REM). Sobre a “formação reticular”, vale um esclarecimento:

A formação reticular é chamada “reticular” (ou seja, como uma rede) porque os axônios neuronais neste sistema são geralmente muito curtos, sugerindo uma grande quantidade de interação entre neurônios adjacentes. Além disso, recebe entradas de todos os sistemas sensoriais e motores, assim como de outras estruturas importantes do cérebro. Através de suas conexões com o tálamo, ela pode enviar e receber informação de todas as áreas do córtex. (Baars & Gage, 2010, p. 152)

As descobertas relativas ao sistema de ativação reticular ascendente (SARA), que se iniciaram na década de 1950, também lançaram luzes sobre a questão de qual é o correlato encefálico da *atenção*. A atenção seria a concentração do foco consciente em uma parte do campo fenomênico, e é um processo com boa tradição de investigação experimental. O esclarecimento de quais partes do encéfalo estão envolvidas no processo de atenção consciente não responde à questão de qual é o correlato imediato da consciência, mas pode fornecer importantes pistas para tal. Discussões têm sido travadas sobre se o mecanismo atencional é talâmico (LaBerge, 1990) ou cortical. Um balanço é fornecido por Mesulam:

Há mais de cem anos atrás, Ferrier [1876] e depois Bianchi [1895] observaram que lesões bilaterais no lobo frontal em macacos rhesus comprometiam severamente a atenção. Esses relatos geraram considerável interesse na relação entre o córtex cerebral e o processo de atenção. Porém, o relato de Dempsey & Morison em 1942 da resposta de recrutamento obtida por estimulação talâmica, e o de Moruzzi & Magoun em 1949 na dessincronização de EEG e o SARA, rapidamente deslocaram a ênfase para o tronco encefálico. Apesar de estes pesquisadores não concluírem diretamente que o tronco encefálico seria a sede da atenção e da consciência, tal implicação subsequentemente dominou a literatura durante muitos anos. [...] Hoje em dia, apesar de haver vestígios de uma teoria da atenção predominantemente subcortical, há um senso emergente de que o neocórtex, o tálamo e o tronco encefálico estão coletivamente envolvidos na

modulação da atenção seletiva, e de que os aspectos mais complexos desta função são executados pelo mecanismo neocortical. (Mesulam, 2000, p. 183)

Chama atenção a ascensão do localizacionismo subcortical, com relação ao correlato da consciência primária, ao longo da década de 1950. Em um balanço da discussão em meados do séc. XX, o neurocirurgião californiano John D. French (1952, p. 735), próximo a Magoun, escreveu que “durante os últimos 25 anos tem havido uma concordância geral de que a área essencial para a manutenção da ‘consciência’ está no diencéfalo ou próximo a ele, mas a extensão desta área e os mecanismos envolvidos são mais controversos.”

A hipótese da localização da consciência primária em regiões subcorticais também foi discutida no mundo francófono. O neurocirurgião Jacques Le Beau (1942), colaborador de Penfield em Montreal e posteriormente diretor do Hospital la Salpêtrière, em Paris, apresentou várias evidências de neurologia clínica, incluindo a encefalite epidêmica de von Economo e a epilepsia de *petit mal*, concluindo que “observações cirúrgicas e médicas nos levam a pensar que a localização da consciência está na porção anterior do tronco encefálico: com maior precisão, podemos localizá-la nas paredes laterais do terceiro ventrículo, na metade anterior e inferior” (Le Beau, 1942, p. 154) (Fig. 2). Como vimos, nesta década acumularam-se evidências de que lesões no tronco encefálico provocam perda de consciência, e isso foi interpretado como uma indicação de que a consciência primária se localiza nesta região subcortical. Contra a tese da localização cortical, forneceu o argumento de que nas estimulações feitas por Penfield diretamente no córtex de epiléticos, as sensações, movimentos ou vocalizações eram sempre sentidos como impostos externamente, e não a partir do eu, do agente (p. 144). O psiquiatra francês Jean Delay (1949) também defendeu uma posição localizacionista subcortical (cf. Meyers, 1951, p. 667; Piéron, 1953, p. 299).

Fessard, que vimos na seção 4 examinando as diferentes correntes de sua época sobre a questão da sede da consciência, tendia também para uma posição localizacionista subcortical. Em seu artigo (1954, p. 215), pergunta-se sobre “a presença de um rudimento de consciência (experiência subjetiva) em seres vivos que carecem de um córtex

funcional (monstros anencefálicos) ou que foram experimentalmente privados dele (animais descorticados).” Segue os argumentos de Cairns (1952) para concluir que neles “uma ciência [*awareness*] rudimentar vaga deve existir.” Numa discussão subsequente (cf. Delafresnaye *et al.* 1954, p. 247), defende mais explicitamente “a hipótese audaciosa” de atribuir “a uma região subcortical limitada o poder de integração que se manifesta nos processos conscientes.” Responde a críticas do neurofisiologista belga Frédéric Bremer, considerando ainda mais audaciosa a hipótese alternativa, “que repousa na suposição de que a consciência pode ser consequência da atividade total do encéfalo”, ou talvez da atividade do córtex inteiro.

Devo repetir que estamos bastante seguros de que apenas algumas partes do encéfalo estão envolvidas em qualquer experiência consciente instantânea [...] não se pode negar ou negligenciar o contraste marcante entre a tolerância do córtex à mutilação e a existência de regiões do tronco encefálico que são altamente críticas com respeito à consciência. (Fessard, in Delafresnaye *et al.* 1954, pp. 247-248)

Um resumo do consenso dos anos 1950, feito pelo neurocirurgião australiano Hugh Cairns, de Oxford, buscando se colocar como um herdeiro de Hughlings Jackson com a introdução de novas evidências experimentais, associa a consciência primária às regiões subcorticais (exemplificados pelos casos de pessoas e outros animais sem córtex) e a consciência mais elevada e refinada ao córtex (que no entanto necessita da ativação da consciência primária ou bruta):

[...] tudo o que temos o direito de concluir de nossas observações é que há mecanismos no tronco encefálico e tálamo que são essenciais para a manutenção da consciência bruta. Um córtex cerebral saudável não pode por si só manter um estado consciente. Não há nada nesta tese que contaria a visão mais antiga de que o córtex cerebral é essencial para os níveis superiores de consciência. A mudança de visão é exemplificada pelo fato de que, enquanto em 1912 Starling, em seu *Textbook of Physiology*, podia escrever sobre a consciência sem mencionar o tronco encefálico e tálamo, agora sabemos que mecanismos neurais nessas estruturas são essenciais para a manutenção da consciência. O córtex, como disse Cobb (1948), “torna possível uma consciência mais discriminadora.” O estado básico de vigília e ciência [*awareness*] bruta depende da atividade dos níveis inferiores. (Cairns, 1952, p. 140-141)

8 O ARGUMENTO DA CAUSA NECESSÁRIA MAS NÃO SUFICIENTE

A explicação dada pelos holistas e corticalistas às descobertas sobre o SARA da década de 1950 foi de que a atividade do tronco encefálico e do tálamo *seria apenas uma condição necessária para sustentar a consciência, mas não suficiente*. “Talvez o córtex tenha que ser ativado por algo mais profundo no sistema nervoso, assim como um tubo de rádio tem que ser esquentado antes de começar a conduzir, mas a mente é essencialmente o funcionamento do córtex cerebral” (Bailey, junho de 1951, publicado como discussão na p. 168 precedendo Cobb, 1952).

Tal analogia do neuropatologista estadunidense Percival Bailey, ex-aluno de Foerster, foi esmiuçada por French:

Esses dados sugerem que não é recomendável considerar o sistema reticular de ativação como um “centro de consciência” ou um “centro de vigília”, no sentido de que impulsos aferentes são necessários para excitá-lo e as manifestações de sua atividade são expressas somente através de suas influências em outras estruturas subcorticais e em todo córtex. Aparentemente, na ausência de tais centros superiores, este sistema não teria uma função intrínseca maior do que o núcleo geniculado lateral, sem a área receptiva visual do córtex. Parece portanto que a área serve como um complexo sistema de comutadores [relay system] que energiza de alguma maneira a atividade normal de centros mais altamente desenvolvidos, cuja função integrada é essencial para o comportamento adaptativo do ser humano desperto. (French, 1952, p. 738)

Fessard desenvolveu em detalhes esta analogia:

Comparemos o encéfalo a um aparelho de rádio, a consciência a uma melodia: a vibração da bobina móvel no alto-falante poderia ser chamada o fenômeno “essencial”, e não seria assim absurdo falar em um locus – se não para a música, pelo menos para seu instrumento material básico. Outros elementos (válvulas, fontes de energia etc.) são necessários para a entrega de um bom concerto; mas sons brutos podem ainda ser obtidos de muitas maneiras a partir de um alto-falante mal equipado. (Fressard, 1954, p. 215)

Essa explicação da “causa necessária mas não suficiente” continua sendo aceita pela maior parte da comunidade de neurocientistas. “Apesar de ter sido sugerido que o cerne reticular possa ter uma conexão privilegiada com a experiência cognitiva [citam Bogen, 1995],

sua atividade pode ser necessária simplesmente para sustentar os padrões de atividade distribuída no córtex” (Tononi & Edelman, 1998, p. 1850). Koch *et al.* (2016, p. 308) também articulam este argumento ao salientar a importância de “distinguir entre o correlato neural da consciência e as condições de fundo para se estar consciente. Esses são fatores que permitem a consciência, sem contribuir diretamente para o seu conteúdo.”

Vemos que o método indutivo da diferença, aplicado aos casos de destruição de áreas subcorticais, não é capaz de favorecer nenhuma das hipóteses em jogo sobre a sede da consciência. Para identificar uma região que seja apenas um “interruptor” (condição apenas necessária) para uma certa modalidade de consciência, a investigação científica terá que usar também métodos indutivos mais gerais, que na análise de Mill (1843, Livro III, Cap. VIII, § 2) envolveriam também o método da concordância e o das variações concomitantes. Ou seja, ter-se-ia que fazer uso da *estimulação* da área encefálica sob estudo (por meio de um padrão de modulação) para verificar se esta estimulação correlaciona-se positivamente com o efeito estudado. Assim, se houver um sensorio para a consciência visual, espera-se que algum tipo de estímulo direto neste sensorio geraria fenômenos visuais subjetivos; isso não aconteceria se a área estudada fosse um mero interruptor.

Por outro lado, há várias regiões na cadeia causal visual que, se estimuladas, gerariam um efeito subjetivo correlacionado, a começar pela retina. Dentre esses, interessa-nos a região que esteja “mais distante” na cadeia causal que começa na retina. Esta preocupação foi explicitada na definição que Le Beau (1942, p. 134) propôs para a “localização encefálica” de uma função, que seria um centro (grupo de células) satisfazendo duas condições: “1) sua destruição ou sua excitação faz desaparecer ou pôr em jogo a função considerada; 2) este grupo de células é fisiologicamente o mais distante possível no sistema nervoso.” Porém, ele não teve sucesso em definir satisfatoriamente o que seria “mais distante.”

O método da diferença, em casos de destruição do córtex, poderia em princípio descartar a hipótese de localização cortical (no caso de ela ser falsa, e pondo em cheque também a hipótese holista), se não fosse pela dificuldade, em criaturas descortificadas, de distinguir entre a

presença de estados de consciência ou de meros automatismos. Bailey resumiu os conhecimentos obtidos até o final da década de 1950:

[...] se o córtex cerebral inteiro de um gato é removido, ele fica geralmente inativo, enrola-se, cochila, é pouco perturbado por sons mas pode ser despertado por odores; ele passeia, alimenta-se quando localiza a comida, reage a esfregões e carícia, atende a som de tom agudo e intensidade baixa, luta se seu nariz é tapado, e pode mostrar sinais de medo [Bailey, 1956]. Se o resto do cérebro [cerebrum] anterior ao hipotálamo é removido, o animal fica sujeito a ataques conhecidos como “fúria simulada” [sham rage], em que as pupilas dilatam, os cabelos ficam em pé, o ritmo cardíaco aumenta, a pressão sanguínea sobe, ocorre salivação e há outros sinais de atividade generalizada do sistema nervoso simpático [Bard, 1928]. (Bailey, 1959, p. 434)

Em humanos, de maneira semelhante ao que ocorre com a remoção só do lobo frontal ou só do temporal:

[...] os lobos parietal ou occipital podem ser removidos ou destruídos por ferimentos de bala, com variados defeitos resultantes, mas a ciência [awareness] permanece intacta em larga medida. A situação é diferente, porém, quando o córtex cerebral inteiro é destruído, como às vezes acontece com asfixia [Bailey, 1956]. Neste caso, apesar de este paciente continuar a respirar espontaneamente por dezoito meses, ele nunca tem qualquer sinal de ciência. Nesse sentido ele difere de um gato, o que é indício de que muitas funções levadas a cabo no gato pelas regiões mais profundas do encéfalo subiram, no homem, para o córtex cerebral. (Bailey, 1959, p. 438)

Vemos que as evidências apresentadas parecem *descartar uma tese localizacionista cortical*, na medida em que a remoção bilateral de qualquer lobo cortical parece não levar à inconsciência. Resta a hipótese localizacionista subcortical, que Bailey não favorece, e a hipótese holista. Mas a hipótese holista, se envolve largas porções do córtex, envolverá também o tálamo e outras regiões subcorticais intimamente conectadas ao córtex. Uma hipótese holista exclusivamente cortical não parece uma posição consistente com o espírito holista. Conclui-se assim que as regiões subcorticais devem ser consideradas como parte do correlato encefálico imediato da consciência, tanto numa abordagem holista quanto localizacionista.

9 QUEDA DO LOCALIZACIONISMO SUBCORTICAL

Vimos que a tradição localizacionista subcortical teve muita força até o final da década de 1950, mas então ela foi eclipsada por visões mais corticalistas. Por que aconteceu isso?

Uma primeira razão envolve a dinâmica interna à área de pesquisa sobre a formação reticular, conforme salienta Hobson:

Nos 20 anos desde a última grande publicação sobre a formação reticular [1958], o interesse da comunidade neurobiológica tem diminuído quase ao ponto de desatenção seletiva. As razões são claras. [...] Os métodos de lesão, estimulação e eletroencefalograma (EEG), porém, eram incapazes de especificar as funções da formação reticular em termos neurofisiológicos celulares. [...] O fracasso em responder a essas questões não só levou ao desinteresse, mas também promoveu as ideias equivocadas de que a formação reticular era ou indiferenciada ou muito complexa para ser estudada, ou ambos. Ironicamente, o período de interesse decrescente na formação reticular foi marcado pelo desenvolvimento das próprias técnicas e conceitos necessários para responder a muitas das questões acima levantadas. Refiro-me, é claro, ao crescimento espetacular da biologia celular e sua aplicação ao estudo dos neurônios. (Hobson, 1980, p. 7)

Um desdobramento dessas técnicas de estudos celulares foram as descobertas sobre a estrutura microscópica das áreas sensoriais corticais, a partir de Mountcastle, em 1957, para o córtex somatossensorial, e de Hubel & Wiesel, a partir de 1959, para o córtex visual. Estes estudos mostraram uma organização em colunas verticais, atravessando as camadas corticais, sendo que cada coluna contém células com um campo receptivo comum, por exemplo de orientação visual (cf. Mars-hall & Magoun, 1998, p. 144-149). Podemos considerar a abertura dessas linhas de pesquisa na citoarquitetura e organização do córtex como uma segunda razão para o abandono do interesse em visões subcorticalistas da consciência¹⁰.

Newman (1995, pp. 173-174) sugere uma terceira razão, que foi o fortalecimento da área da ciência cognitiva, a partir de 1970, com “a metáfora computacional do processamento de informação.” Visões subcorticalistas usavam a metáfora de que o córtex seria apenas o

¹⁰ Tal sugestão foi feita pelo neurocientista E. J. Neafsey, em comunicação pessoal.

“computador” de uma consciência gerada subcorticalmente. Por sua vez, os cognitivistas, que geralmente são de orientação funcionalista, aceitavam a metáfora do computador, mas agora considerava-se que a consciência seria gerada de maneira holista pelo próprio funcionamento do complexo computador cortical, em diálogo com regiões subcorticais. Newman lembra que o foco de estudo da ciência cognitiva são as funções de pensamento, linguagem, conhecimento, significado, propósito e imagem mental, que têm grande envolvimento do córtex cerebral, então há uma tendência a localizar a consciência no córtex.

Além disso, Newman (1995, pp. 174) aponta uma quarta razão para a valorização excessiva dos processos corticais (o que hoje chamaríamos de “viés de seleção observacional”), que é o fato de que as técnicas eletroencefalográficas e de imagem têm acesso mais fácil aos processos do córtex cerebral do que aos das regiões subcorticais.

Uma quinta razão está relacionada com o impacto dos experimentos de bipartição dos hemisférios cerebrais em animais e humanos, no final da década de 1960, indicando que nesses casos o indivíduo passaria a ter dois sistemas cognitivos separados (Sperry, 1984). O psicólogo Robert Thompson (1993, p. 212) salientou este ponto em um artigo póstumo, indicando que a teoria centroencefálica de Penfield “sofreu um duro golpe com o advento da preparação do ‘cérebro dividido.’” Explorando os métodos e o campo de pesquisa de seu ex-orientador Lashley, Thompson passara três décadas estudando os mecanismos de memória em ratos, salientando a importância de estruturas subcorticais, especialmente dos núcleos de base e partes do tálamo, que formariam um “mecanismo não específico” necessário para qualquer problema de aprendizado colocado para o rato. Ao fazer isso, considerou que tinha resgatado e aperfeiçoado a concepção do sistema de integração centroencefálica que Penfield desenvolvera e abandonara após as críticas de Walshe (1957).

A ascensão da concepção corticalista no final a década de 1960 levou também à rejeição por boa parte da comunidade da “neurociência”¹¹ de teorias que salientavam a importância das regiões subcorticais para os aspectos experienciais e cognitivos das emoções em animais.

¹¹ Termo introduzido em 1962 para nomear a *Neuroscience Research Program*, organização científica fundada por Francis Otto Schmidt e outros na região metropolitana de Boston, congregando a neurologia, a psicologia e a biologia molecular.

Assim, a tese do cérebro trino (*triune brain*) de Paul MacLean, apresentada em 1969, foi difundida pela literatura de divulgação mas sofreu ataques dos pares nos anos seguintes (LeDoux o criticou, sendo criticado por Panksepp, 2002, pp. xv-xxvi), e a neurociência afetiva de Jaak Panksepp (1982) demorou para ser bem aceita.

10 LOCALIZACIONISMO SUBCORTICAL CONTEMPORÂNEO

A tradição localizacionista subcorticalista foi eclipsada a partir de 1970, mas ela continuou tendo seus defensores. Ela aparece ocasionalmente de passagem na filosofia, como no comentário talvez irônico do filósofo John Searle (1997, p. 100-101): “até onde sabemos, a base da consciência está em determinadas regiões específicas do encefalo, como, talvez, a formação reticular.” Mais seriamente, os neurocientistas Scheibel & Scheibel (1977, p. 421) vieram a defender que “o substrato para esta continuidade da experiência viva ou ‘eu nuclear’ [*ego-core*] deve ser buscada dentro do cerne do tronco encefálico e sua interação rostral com o diencéfalo, a região frontal basal e o complexo septo-hipocampal” (Figs. 3 e 4).

Outro neurocientista que investigou a hipótese localizacionista subcortical da consciência foi Francis Crick (1984), ao investigar a chamada “hipótese do fecho de luz”¹² (*searchlight hypothesis*), segundo a qual a consciência envolveria algum mecanismo interno de atenção que se moveria de um conjunto de neurônios para outro, a passos de em torno de 70 ms. Neste artigo, ele sugere que o complexo reticular (que inclui o núcleo perigeniculado, próximo mas distinto do núcleo reticular talâmico salientado por Ward, 2011), uma fina camada de neurônios que envolve o tálamo dorsal (Fig. 5), forneceria o “fecho de luz” essencial para a consciência.

¹² *Searchlight hypothesis*. O termo “searchlight” foi usado por Richard Jung ao se referir a uma figura do “fecho de luz” da atenção. A legenda de sua Fig. 1, aqui adaptada como Fig. 5, é: “Diagrama esquemático da função seletiva da consciência com o fecho de luz da atenção, iluminando detalhes do mundo interno e externo. O fecho de luz deve ser considerado móvel, para selecionar diferentes objetos, e como tendo um diafragma regulável para iluminar um campo de atenção estreitamente concentrado ou largamente difuso” (Jung, 1954, p. 311).

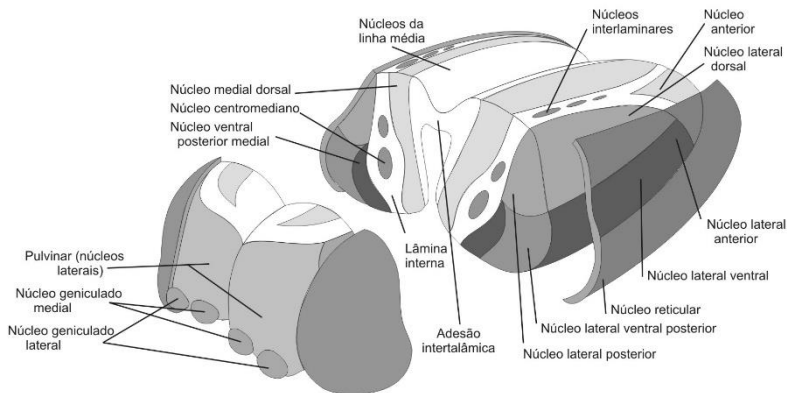


Fig. 5. Tálamo e sua divisão em núcleos. **Fonte:** adaptado de Carter *et al.* (2009, p. 60).

“Apesar de o tálamo parecer ser apenas uma estação de retransmissão [*relay*], isso parece altamente improvável. Seu tamanho e sua posição estratégica tornam muito provável que ele tenha alguma função mais importante” (Crick, 1984, p. 4587). Esta previsão foi corroborada recentemente em um artigo de Schmitt *et al.*:

No geral, nossos resultados definem um princípio anteriormente desconhecido na neurociência: o controle talâmico da conectividade cortical funcional. Esta função, que é dissociável da retransmissão de informação categorial, indica que o tálamo tem um papel muito mais amplo na cognição do que se pensava anteriormente. (Schmitt *et al.*, 2017, p. 219)

Vinte anos depois, Crick e seu colaborador Christof Koch propuseram que o papel integrador da consciência estaria associado ao cláustro (Fig. 4), estrutura neuronal incluída nos núcleos de base (Crick & Koch, 2005; cf. Kandel, 2009, cap. 28).

Dentre outros partidários da hipótese localizacionista subcortical da consciência primária, destaca-se o neurofisiologista Joseph Bogen (1995, p. 52), que trabalhou no início de sua carreira com Magoun. Para ele, “a consciência [*conscious awareness*] (mais precisamente o que chamarei de *C*) é engendrada por atividade neuronal nos núcleos intralaminares (ILN), e imediatamente à sua volta, de cada tálamo” (Fig. 5).

Apresentou os dois argumentos indutivistas de qualquer tese localizacionista: “primeiro, um grande déficit em alguma função (f) é produzida por uma lesão pequena no ‘centro’ para esta f [...]. Segundo, uma grande lesão em outra região (o hemisfério direito no exemplo da competência sintática do destro) resulta em pequena (ou nenhuma) perda em f . Com relação a C , lesões bitalâmicas bastante pequenas envolvendo ambos os ILN tipicamente comprometem o mecanismo cerebral (Mc), ao passo que grandes lesões bicorticais (por exemplo, bifrontal ou bitemporal) tipicamente não” (Bogen, 1995, p. 53).

No final da seção 9 foi mencionada a corrente de neurocientistas que valoriza a importância cognitiva das emoções e sua origem subcortical, como McLean e Panksepp. Na década de 1990, o neurocientista português António Damásio, radicado na Universidade de Iowa, passou a trabalhar nesta corrente, enfatizando o papel do tronco encefálico na consciência primária ou “cerneira” (*core consciousness*). Seu pensamento deste período é sintetizado em um artigo de 2001 com seu aluno Josef Parvizi. A consciência cerneira é entendida como um processo biológico de regulação homeostática, originando-se assim em estruturas do tronco encefálico. No entanto, os autores não adotam um localizacionismo subcortical, pois consideram que “há pouca dúvida que a ativação cortical devida ao envolvimento do tronco encefálico é uma parte indispensável do estado consciente” (Parvizi & Damásio, 2001, p. 136). Sua posição se enquadra melhor em um holismo que inclui o tronco encefálico, rejeitando assim “uma criatura homúncula que estaria a cargo do conhecimento” (p. 137). Caracterizam o “proto-eu” (*proto-self*) como padrões neurais que mapeiam, de instante a instante, o estado do corpo e de seu ambiente, havendo padrões de segunda-ordem que mapeiam a relação do organismo com objetos de seu ambiente. As estruturas necessárias para este proto-self envolveriam diversos núcleos do tronco encefálico, o hipotálamo, os núcleos da base e os córtices somatossensoriais, que envolvem o córtex insular, as áreas S2 e a região do córtex parietal medial localizado atrás do esplênio do corpo caloso (p. 138) (Figs. 1, 3, 4). Outras áreas estariam envolvidas na geração da “consciência estendida”, envolvendo o “eu autobiográfico”, que incluiria, além do proto-eu, a memória e a linguagem.

Também nesta corrente de revalorização das emoções, o neuropsicólogo Douglas Watt veio a salientar o papel da substância cinzenta periaquedutal (PAG), localizada ao redor do aqueduto cerebral (canal de líquido cefalorraquidiano ligando o terceiro e o quarto ventrículos), no interior do tegmento do mesencéfalo (Fig. 2). Sem querer substituir o “chauvinismo cortical” por um chauvinismo do encéfalo ventral, Watt (2000, p. 107) defende que a PAG “é parte de um conjunto complexo de sistemas no mesodiencefalo que conjuntamente são essenciais para a consciência e emoção.” Tal lista de estruturas subcorticais essenciais para a consciência incluiria os núcleos intralaminares do tálamo (ILN), o núcleo reticular talâmico, e o colículo superior, entre outros (p. 108).

Mais recentemente, Björn Merker (2007) defendeu a tese de que a consciência básica do mundo interno e externo surge no tronco encefálico, e não no córtex, citando estudos em pessoas com hidranencefalia, que mantêm reações emocionais a estímulos (retomando assim o argumento que vimos com Nielsen & Thompson, 1947). Associa a consciência primária ao colículo superior, região do teto mesencefálico (Fig. 2) associado à atenção visual, auditiva e somestésicas. O trabalho de Merker influenciou uma mudança recente de opinião de Michael Gazzaniga, que em seu livro *The consciousness instinct* sugere que a consciência originária no “motor subcortical de sentimentos emocionais” do mesencéfalo, sendo o córtex possivelmente “uma coleção de extensões (*apps!*) para realçar as experiências conscientes” (Gazzaniga, 2018, p. 293).

O psicofísico e neurólogo Lawrence Ward (2011), da Universidade de British Columbia, no Canadá, adaptou o modelo do cerne dinâmico de Tononi & Edelman, uma concepção holista centrada no córtex, para atividade na região talâmica. Foi influenciado pelo trabalho de David Mumford (1991), que propôs que os núcleos reticulares talâmicos, que não estão envolvidos diretamente na transmissão de impulsos sensoriais, mas estão conectados com as áreas funcionais do córtex, seriam uma espécie de “quadro-negro ativo” das computações realizadas no córtex.

Considerando a proposta corticalista de Koch et al. (2016), que vimos na seção 6, a “zona quente” têmporo-parietal-occipital tem conexões fortes no tálamo com o pulvinar (Fig. 5), se tornando um

candidato natural para a sede da consciência visual, dentro da concepção localizacionista subcortical.

11 A QUESTÃO DA CONSCIÊNCIA EM ANIMAIS

O debate sobre a localização da consciência primária e da consciência reflexiva está intimamente conectado com a questão de quais animais possuem essas formas de consciência. Por exemplo, se peixes tiverem consciência primária, isso indica que em seres humanos a consciência primária é subcortical, já que peixes não possuem córtex.

Há uma tendência entre neurocientistas mais ligados à pesquisa com emoções a atribuir consciência primária a boa parte do reino animal, como aparece na Declaração de Cambridge sobre a Consciência, de 2012:

A ausência de um neocórtex não parece impedir que um organismo vivencie estados afetivos. A evolução convergente indica que animais não humanos possuem os substratos neuroanatômicos, neuroquímicos e neurofisiológicos dos estados conscientes, junto com a capacidade de exibir comportamentos intencionais. Consequentemente, o peso da evidência indica que os humanos não são os únicos que possuem os substratos neurológicos que geram a consciência. Animais não humanos, incluindo todos os mamíferos e pássaros, e muitas outras criaturas, incluindo polvos, também possuem esses substratos neurológicos. (Low *et al.*, 2012)

Na literatura, não há um consenso sobre o assunto. Há quem associe consciência primária apenas aos amniotas (répteis, aves e mamíferos) (Cabanac *et al.*, 2009), outros a estendem aos vertebrados (Sneddon, 2011), mas há também argumentos fortes em favor da tese da consciência primária em cefalópodes (polvos etc.) (cf. Shigeno *et al.*, 2018). Por fim, há cientistas que argumentam que até insetos teriam alguma forma de experiência subjetiva (Barron & Klein, 2016).

A afirmação de que “se peixes têm consciência primária, então em seres humanos a consciência primária é subcortical” faz uso da hipótese de que *as estruturas neurais da consciência primária não se modificam significativamente com a evolução*. Esta hipótese foi defendida por Carpenter (1864, p. 545), na citação na seção 3. No entanto, Herbert Spencer (1890) a rejeitou explicitamente na seguinte passagem, que foi citada e compartilhada por Hughlings Jackson (cf. Walshe, 1957, p. 519):

Não se segue, como de início pareceu para mim, que sentimentos [*feelings*] nunca estejam localizados nos centros nervosos inferiores. Pelo contrário, pode bem ser que, em tipos inferiores, os homólogos destes centros inferiores sejam as sedes da consciência. A verdadeira implicação é que de qualquer modo a sede da consciência é aquele centro nervoso para o qual, mediata ou imediatamente, as impressões mais heterogêneas são trazidas; e não é improvável que, no curso da evolução nervosa, centros que uma vez eram os superiores sejam suplantados por outros nos quais a coordenação é levada a um estágio posterior, e que portanto se tornam os locais do sentimento, ao passo que os centros que antes eram predominantes se tornem automáticos. (Spencer, 1890, v. 1, p. 105)

Le Gros Clark (1950, p. 22-23) denominou este processo de *corticalização da função encefálica*, em que “centros de controle funcional que estavam originalmente localizados em partes mais primitivas do encéfalo foram gradualmente transferidas para o nível cortical do encéfalo.” Deu como exemplo a destruição do córtex visual de ratos, que mesmo assim conseguem desempenhar tarefas visuais, ao contrário do que ocorreria em seres humanos, indicando que todas as funções visuais teriam sido transferidas em humanos para o córtex. No entanto, a descoberta da chamada “visão cega” em humanos (Weiskrantz, 1988) invalida este exemplo.

Outro autor que defendeu a corticalização da função encefálica foi Bailey (1959, p. 438), citado acima na seção 8, para quem “muitas funções levadas a cabo no gato pelas regiões mais profundas do encéfalo subiram, no homem, para o córtex cerebral.”

12 O DEBATE DA ANESTESIA

Uma das áreas em que o debate sobre a localização da consciência é mais intenso é com respeito ao mecanismo de ação de anestésicos, que provocam a perda de consciência. Estudos vêm tentando monitorar a ação de substâncias como o propofol no início da anestesia geral, tanto em sua ação em diferentes partes do encéfalo quanto ao longo do tempo.

Em torno de 2000, Michael Alkire, da Universidade da Califórnia em Irvine, e seu grupo, confirmaram que uma característica comum da ação de vários anestésicos é a “depressão” do tálamo. Isso significa que

o modo de condução de sinais para o córtex (*tonic or relay mode*) é desativado, e o tálamo entra no modo de oscilações sincronizadas características do sono profundo (*burst or oscillatory mode*), em que há um resultante bloqueio da condução dos sinais sensoriais para o córtex. (Em termos moleculares, tal transição é controlada por canais de íons de cálcio nas membranas dos dendritos e do soma dos neurônios talâmicos.)

Assim, uma primeira suposição a ser aventada (Mashour & Alkire, 2013) é que o tálamo serve como um interruptor (*on-off switch*) para a consciência, podendo ser desligado por anestésicos. Reforçando esta suposição, mostrou-se que a infusão de nicotina em regiões do tálamo anestesiado é suficiente para restaurar a consciência em ratos (a nicotina bloqueia um canal de potássio que está ligado à ação dos canais de cálcio).

No entanto, uma suposição alternativa foi sugerida por experimentos de Velly *et al.* (2007), a suposição de que o comportamento do tálamo é o reflexo ou “leitura” (*read-out*) de processos ocorrendo no córtex. A novidade deste estudo foi um melhor controle da variável temporal dos processos envolvidos, a partir da inserção de um eletrodo no núcleo subtalâmico – o seu ponto fraco é que o tálamo não foi diretamente medido. Velly *et al.* concluíram que a depressão talâmica ocorre até 10 minutos depois da perda de consciência por anestesia, medida mais imediatamente por sinais eletroencefalográficos no córtex. Tal experimento foi citado por Tononi & Koch (2008, p. 244) como argumento contra a hipótese da localização da consciência no tálamo, e também por Alkire, Hudetz & Tononi (2008), que concluem pela visão holista de que “a maioria dos agentes anestésicos parecem causar a inconsciência, ao agirem, direta ou indiretamente, em um complexo corticotalâmico lateral posterior centrado em torno do lobo parietal inferior, ou talvez em um cerne cortical medial” (p. 880).

Em suma, a suposição de que o tálamo apenas “lê” os processos corticais de consciência favorece a hipótese da localização cortical da consciência ou a holista, ao passo que a hipótese do tálamo como interruptor é neutra com relação às três hipóteses examinadas no presente artigo, levando em conta o argumento da causa necessária mas não suficiente (seção 8). Um estudo mais recente de Liu *et al.*, comentado por Mashour & Alkire (2013), salienta que são os núcleos “não

específicos” do tálamo que seriam os responsáveis pela ação de interrupção da consciência, não os núcleos responsáveis pela transmissão de sinais sensoriais para o córtex (como o núcleo geniculado lateral, no caso da visão, Fig. 5).

Em conclusão, o estudo recente de Liu *et al.* ajuda a focar a investigação futura no papel dos núcleos talâmicos não específicos nos mecanismos anestésicos, ao fornecer detalhes da câmara interna [o tálamo] que podem guardar os segredos da consciência e da anestesia. (Mashour & Alkire, 2013, p. 14)

13 O CAMINHO DOS SONHOS

Outra área que sempre esteve envolvida com a pesquisa sobre a consciência é a neurociência dos sonhos, em especial o sono REM, considerado um estado de consciência primária. Não há espaço aqui para desenvolver o tema, mas vale citar o estudo de Dresler *et al.* (2012, p. 1019), que aponta que “durante o sono REM, aumenta a atividade neural no tronco encefálico, tálamo, amígdala e córtices têmporo-occipital extraestriado, ao passo que, por exemplo, o córtex pré-frontal dorsolateral e o pré-cúneo mostram desativação” (Fig. 1). Este padrão de ativação de consciência primária é ampliado quando ocorre o fenômeno dos “sonhos lúcidos”, em que o sonhador passa a ter consciência reflexiva de que está sonhando, podendo até conduzir as ações do sonho de acordo com sua vontade. Neste caso, passa a ser observada ativação no córtex frontal dorsolateral (associado à avaliação “metacognitiva”, ou seja, reflexão sobre o próprio estado cognitivo), nos lóbulos parietais (que pode estar associado ao funcionamento da memória) e em áreas frontopolares bilaterais (associada à avaliação dos próprios pensamentos ou emoções) (Dresler *et al.*, 2012, p. 1020).

14 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O presente estudo buscou delinear um pouco da história das três grandes concepções a respeito da sede da consciência. A questão de qual é o correlato encefálico imediato da consciência primária deverá ser respondida no presente século, e a partir de então a pesquisa neurocientífica buscará entender, na medida do possível, como as qualidades subjetivas são instanciadas no encéfalo. Pode-se antever uma

“revolução científica” na acepção de Thomas Kuhn (1978, cap. IX). A resposta a essa pergunta também é relevante para a questão de quando surgiu a consciência primária na evolução biológica.

Neste exame do debate sobre a localização (ou não) da consciência, percebemos uma certa fluidez nas acepções atribuídas ao termo “consciência.” Uma vez que se aceite que a consciência vem em diferentes graus, por exemplo a partir de um estado de coma, é natural associar cada um desses graus a processos que ocorrem em posições ascendentes no tronco encefálico, passando pelo tálamo, até atingir o córtex. Assim, torna-se quase um truísmo que algum grau primário de consciência ocorra sem a contribuição do córtex cerebral. Com efeito, na seção 8, concluímos que as regiões subcorticais devem ser consideradas como parte do correlato encefálico imediato da consciência primária, quer se adote uma abordagem localizacionista, quer holista.

Esta hipótese de localização subcortical da consciência primária se torna importante para a pesquisa sobre a natureza da consciência reflexiva e de ordem superior (que envolve o córtex), quando se considera a tese adicional de que a chave do mistério da consciência primária *é um pré-requisito* para se desvendar os mistérios da consciência reflexiva. Se isso for verdade, a pesquisa dos correlatos subcorticais da consciência primária adquire importância, nesses tempos dominados pela ênfase, da neurociência cognitiva pós-1970, nos processos corticais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho beneficiou-se da discussão ocorrida em duas apresentações orais feitas com os colegas Francisco Rômulo Ferreira, Maria Inês Nogueira e Hamilton Haddad Jr., na Universidade de São Paulo, no *Grupo de Estudos & Pesquisa em História e Filosofia da Neurociência*, em 10/04/2014, e no *Encontro de História e Filosofia da Biologia 2015*, em 31/07/2015. Para este trabalho também contribuíram as interações com Luiz Augusto Rosa, Mônica Corrêa, Fabiana Mesquita de Carvalho, Sérgio Domingos Pittelli, Abolfazl Alipour, Herminia Ferreira e E.J. Neafsey. Agradeço por fim a Bolsa de Produtividade em Pesquisa do CNPq, projeto “Explorações reducionistas do problema mente-corpo”. Boa parte do levantamento bibliográfico foi realizada em minha estada de um ano no *Department of History & Philosophy of Science and*

Medicine, da *Indiana University*, e agradeço à boa acolhida e discussão deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKIRE, Michael T.; HUDETZ, Anthony G. & TONONI, Giulio. Consciousness and anesthesia. *Science*, 322: 876-880, 2008.
- ARMSTRONG, David M. Three types of consciousness [Commentary]. Pp. 235-241, *in*: Ciba Foundation (org.). *Brain and mind*. Amsterdam: Excerpta Medica, 1979.
- BAARS, Bernard J. & GAGE, Nichole M. *Cognition, brain and consciousness: introduction to cognitive neuroscience*. 2ª ed. Burlington (MA): Academic Press, 2010.
- BAILEY, Percival. The seat of the soul. *Perspectives in Biology and Medicine*, 2: 417-441, 1959.
- . Cortex and mind. Pp. 3-14, *in*: Scher, J. M. (org.). *Theories of the mind*. New York: Free Press, 1962.
- BARRON, Andrew B. & KLEIN, Colin. What insects can tell us about the origins of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, 113: 4900-4908, 2016.
- BOGEN, Joseph E. On the neurophysiology of consciousness. I. An overview. II. Constraining the semantic problem. *Consciousness and Cognition*, 4: 52-62, 137-158, 1995.
- BORING, Edwin G. *Sensation and perception in the history of experimental psychology*. New York: Appleton-Century, 1942.
- CABANAC, M.; CABANAC, A.J. & PARENT, A. The emergence of consciousness in phylogeny. *Behavioral Brain Research*, 198: 267-272, 2009.
- CAIRNS, Hugh. Disturbances of consciousness with lesions of the brain-stem and diencephalon. *Brain*, 75: 109-146, 1952.
- CARPENTER, William B. *Principles of human physiology*. 6ª ed. London: John Churchill, 1864.
- CARTER, Rita; ALDRIDGE, S.; PAGE, M. & PARKER, S. *O livro do cérebro*, 4 vols. Trad. P. Frances. Edição especial da revista *Mente & Cérebro*. São Paulo: Duetto, 2009.
- CHAPMAN, Loring F. & WOLFF, Harold G. The cerebral hemispheres and the highest integrative functions of man. *A. M. A. Archives of Neurology*, 1: 357-424, 1959.

- COBB, Stanley. On the nature and locus of mind. *A. M. A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **67**: 172-177.
- CRICK, Francis C. Function of the thalamic reticular complex: the searchlight hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, **81**: 4586-4590, 1984.
- CRICK, Francis C. & KOCH, Christof. What is the function of the claustrum? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **360**: 1271-1279, 2005.
- DAMÁSIO, António. A neurobiology for consciousness. Pp. 111-120, in: Metzinger, T. (org.). *Neural correlates of consciousness: empirical and conceptual questions*. Cambridge (MA): MIT Press, 2000.
- DELAFFRESNAYE, J.F.; ADRIAN, Edgar D.; BREMER, Frederic & JASPER, Herbert H. (orgs.). *Brain mechanisms and consciousness*. Oxford: Blackwell, 1954.
- DESCARTES, René. *As paixões da alma* [1649]. Trad. J. Guinsburg & B. Prado Jr. Pp. 213-294, in: *Os Pensadores*. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979.
- DRESLER, M.; WEHRLE, R.; SPOORMAKER, V.I.; KOCH, S.P.; HOLSBOER, F.; STEIGER, A.; OBRIG, H., SÄMANN, P.G. & CZISCH, M. Neural correlates of dream lucidity obtained from contrasting lucid versus non-lucid REM sleep: a combined EEG/fMRI case study. *Sleep*, **35**: 1017-1020, 2012.
- EDELMAN, Gerald M. *Bright air, brilliant fire: on the matter of the mind*. New York: Basic Books, 1992.
- ECCLES, John C. *The neurophysiological basis of mind: the principles of neurophysiology*. Oxford: Clarendon, 1953.
- EVANS, Cedric O. *The subject of consciousness*. London: George Allen & Unwin, 1970.
- FELTEN, David L.; SHETTY, Anil N. *Netter atlas de neurociência*. Ilustrações Frank H. Netter. Trad. R. R. Santos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
- FEINDEL, William. Mind, consciousness, and the neurosurgeon. Pp. 49-66, in: Awad, I. A. (org.). *Philosophy of neurological surgery*. Park Ridge (IL): American Association of Neurological Surgeons, 1995.
- FESSARD, Alfred E. Mechanisms of nervous integration and conscious experience. Pp. 200-236, in: Delafresnaye *et al.*, op. cit., 1954.

- FOERSTER, Otfried. Über die Bedeutung und Reichweite des Lokalisationsprinzips im Nervensystem. Pp. 117-211, in: Géronne A. (org.), *Sechshundvierzigster Kongress. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin*. Munich: Bergmann, 1934.
- FRENCH, John D. Brain lesions associated with prolonged unconsciousness. *A. M. A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **68**: 727-740, 1952.
- GAZZANIGA, Michael S. *The consciousness instinct: unraveling the mystery of how the brain makes the mind*. New York: Farrar, Straus & Giroux, 2018.
- GOLDSTEIN, Kurt. *Der Aufbau der Organismus*. Haia: Nijhoff, 1934. Tradução para o inglês: *The organism*. New York: Zone Books, 1995.
- HAGMANN, Patric; CAMMOUN, L.; GIGANDET, X.; MEULI, R.; HONEY, C. J.; WEDEEN, V. J. & SPORNS, O. Mapping the structural core of human cerebral cortex. *PLoS Biology*, **6**: 1479-1493, 2008.
- HOBSON, J. Allan. Toward a cellular neurophysiology of the reticular formation: conceptual and methodological milestones. Pp. 7-29, in: HOBSON, J. A. & BRAZIER, M. A. B. (orgs.). *The reticular formation revisited: specifying function for a nonspecific system*. New York: Raven Press, 1980.
- HODGSON, Shadworth H. *The philosophy of reflection*. London: Longmans, Green and Co., 1878.
- JACKSON, John Hughlings. Remarks on evolution and dissolution of the nervous system. *Journal of Mental Science*, **33**: 25-48, 1887.
- JAMES, William. *The principles of psychology*. London: Macmillan, 1890.
- JUNG, Richard. Correlation of bioelectrical and autonomic phenomena with alterations of consciousness and arousal in man. Pp. 310-344, in: Delafresnaye *et al.*, op. cit., 1954.
- KANDEL, Eric R. *Em busca da memória* [2006]. Trad. R. Rubino. São Paulo: Cia. das Letras, 2009.
- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas* [1962]. Trad. B. V. Boeira & N. Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- KOCH, Christof; MASSIMINI, Marcello; BOLY, Melanie & TONONI, Giulio. Neural correlates of consciousness: progress and problems. *Nature Reviews Neuroscience*, **17**: 307-322, 2016.
- LABERGE, David L. Attention. *Psychological Science*, **1**: 156-162, 1990.

- LE BEAU, Jacques. Localisation cérébrale de la conscience. *Revue Canadienne de Biologie*, **1**: 134-56, 1942.
- LEDOUX, Joseph. Rethinking the emotional brain. *Neuron*, **73**: 653-676, 2012.
- LE GROS CLARK, Wilfrid E. The structure of the brain and the process of thinking. Pp. 12-24, in: LASLETT, P. (org.). *The physical basis of mind*. Oxford: Basil Blackwell, 1950.
- LLINÁS, Rodolfo R. & PARÉ, Denis. Of dreaming and wakefulness. *Neuroscience*, **44**: 521-35, 1991.
- LOW, Philip; PANKSEPP, Jaak; REISS, Diana; EDELMAN, David; VAN SWINDEREN, Bruno & KOCH, Christof. The Cambridge Declaration on Consciousness. Disponível online: <http://fcmconference.org/img/CambridgeDeclarationOnConsciousness.pdf>
- MARSHALL, Louise H. & MAGOUN, Horace W. *Discoveries in the human brain: neuroscience prehistory, brain structure, and function*. New York: Springer, 1998.
- MASHOUR, George A. & ALKIRE, Michael T. Consciousness, anesthesia, and the thalamocortical system. *Anesthesiology*, **118**: 13-15, 2013.
- MERKER, Björn. Consciousness without a cerebral cortex: a challenge for neuroscience and medicine. Target article, commentaries and author's response. *Behavioral and Brain Sciences*, **30**: 63-134, 2007.
- MESULAM, M.-Marsel. *Principles of behavioral and cognitive neurology*. 2^a ed. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- MEYERS, Russell. Dandy's striatal theory of "the center of consciousness": surgical evidence and logical analysis indicating its improbability. *A.M.A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **65**: 659-671, 1951.
- MILL, John Stuart. *A system of logic, ratiocinative and inductive*. Vol. 1. London: John Parker, 1843.
- MORABITO, Carmela. David Ferrier and Luigi Luciani on the localization of brain functions. *Physis*, **36**: 387-405, 1999.
- MORUZZI, Giuseppe & MAGOUN, Horace W. Brain stem reticular formation and activation of EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **1**: 455-473, 1949.
- MUMFORD, David. On the computational architecture of the neocortex. I. The role of the thalamo-cortical loop. *Biological Cybernetics*, **65**: 135-145, 1991.

- NEWMAN, James. Thalamic contributions to attention and consciousness. *Consciousness and Cognition*, **4**: 142-193, 1995.
- NIELSEN, Johannes M. & THOMPSON, George N. *The engrammes of psychiatry*. Springfield (IL): Charles Thomas, 1947.
- PANKSEPP, Jaak. Toward a general psychobiological theory of emotions. *Behavioral and Brain Sciences*, **5**: 407-467, 1982.
- . Forward: the MacLean legacy and some modern trends in emotion research. Pp. iv-xxvii, in: Cory, Jr., G. A. & Gardner, Jr., R. (orgs.). *The evolutionary neuroethology of Paul MacLean: convergences and frontiers*. Westport (CT): Praeger, 2002.
- PARVIZI, Josef & DAMÁSIO, António R. Consciousness and the brainstem. *Cognition*, **79**: 135-160, 2001.
- PENFIELD, Wilder. The cerebral cortex in man. I. The cerebral cortex and consciousness. *Archives of Neurology and Psychiatry*, **40(3)**: 417-442, 1938.
- . The centrencephalic integrating system. *Brain*, **81**: 231-234, 1958.
- . *O mistério da mente* [1975]. São Paulo: Atheneu/Edusp, 1983.
- PESSOA JR., Osvaldo. A consciência enquanto observação do cérebro. Pp. 201-219, in: Ferreira, F. R. M.; Haddad Jr., H.; Nogueira, M. I. & Pessoa Jr., O. (orgs.). *História e filosofia da neurociência*. São Paulo: Liber Ars, 2015.
- PIÉRON, Henri. De l'apport actuel de la neurophysiologie à la psychologie. *L'année psychologique*, **53**: 279-319, 1953.
- PROCHASKA, Georg. *A dissertation on the functions of the nervous system* [1784]. Trad. T. Laycock. Pp. 363-450, in Unzer, J. A. & Prochaska, G. 'The principles of physiology' and 'A dissertation on the functions of the nervous system'. London: Sydenham Society, 1851.
- REICHARDT, Martin. Hirnstamm und Psychiatrie. *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie*, **68**: 470-506, 1928. Disponibilizado online em duas partes pela *European Neurology*, 2008.
- REES, Geraint; KREIMAN, Gabriel & KOCH, Christof. Neural correlates of consciousness in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, **3**: 261-270, 2002.
- ROGET, Peter M. *Animal and vegetable physiology considered with reference to natural theology*. Vol. II. London: W. Pickering, 1834.

- ROSENTHAL, David M. A theory of consciousness. Pp. 729-754, in: BLOCK, N.; FLANAGAN, O. & GUZELDERE, G. (orgs.). *The nature of consciousness: Philosophical debates*. Cambridge (MA): MIT Press, 1992.
- ROTH, Gerhard. The evolution and ontogeny of consciousness. Pp. 76-97, in: METZINGER, T. (org.). *Neural correlates of consciousness: empirical and conceptual questions*. Cambridge (MA): MIT Press, 2000.
- SAHRAIE, A.; WEISKRANTZ, L.; BARBUR, J. L.; SIMMONS, A.; WILLIAMS, S. C. R. & BRAMMER, M. J. Pattern of neuronal activity associated with conscious and unconscious processing of visual signals. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, **94**: 9406-9411, 1997.
- SCHÄFER, Edward A. The cerebral cortex. Pp. 697-782, in: Schäfer, E.A. (org.). *Text-book of physiology*. Vol. 2. Edinburgh: Pentland, 1900.
- SCHEIBEL, Madge E. & SCHEIBEL, Arnold B. The anatomy of constancy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **290**: 421-435, 1977.
- SCHILLER, Francis. Consciousness reconsidered. *A. M. A. Archives of Neurology and Psychiatry*, **67**: 199-227.
- SCHMITT, L. I.; WIMMER, R. D.; NAKAJIMA, M.; HAPP, M.; MOFAKHAM, S. & HALASSA, M. M. Thalamic amplification of cortical connectivity sustains attentional control. *Nature*, **545**: 219-223, 2017.
- SEARLE, John. *A redescoberta da mente* [1992]. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- SHIGENO, S.; ANDREWS, P. L. R.; PONTE, G. & FIORITO, G. Cephalopod brains: an overview of current knowledge to facilitate comparison with vertebrates. *Frontiers in Physiology*, **9**: (article 952) 1-16, 2018.
- SNEDDON, Lynne U. Pain perception in fish: evidence and implications for the use of fish. *Journal of Consciousness Studies*, **18**: 209-229, 2011.
- SOKOLOV, Eugene. *Psychophysiology of consciousness*. Trad. do russo por A. Chernorizov; K. Chernorizov & D. Bowden. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- SPENCER, Herbert. *Principles of psychology*. Vol. 1. 3ª ed. New York: D. Appleton & Co., 1890.

- SPERRY, Roger. Consciousness, personal identity and the divided brain. *Neuropsychologia*, **22**: 661-673, 1984.
- THOMPSON, Robert. (1993). Centrencephalic theory, the general learning system, and subcortical dementia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **702**: 197-223, 1993.
- TONONI, Giulio & EDELMAN, Gerald M. Consciousness and complexity. *Science*, **282**: 1846-1851, 1998.
- TONONI, Giulio & KOCH, Christof. The neural correlates of consciousness: an update. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1124**: 239-261, 2008.
- TROLAND, Leonard T. *Principles of psychophysiology*. Vol. III: *Cerebration and action*. New York: Greenwood Press, 1932.
- VELLY, L. J.; REY, M. F.; BRUDER, N. J.; GOUVITSOS, F. A.; WITJAS, T.; REGIS, J. M.; PERAGUT, J. C. & GOUIN, F. M. Differential dynamic of action on cortical and subcortical structures of anesthetic agents during induction of anesthesia. *Anesthesiology*, **107**: 202-212, 2007.
- WALSHE, Francis M. R. The brain-stem conceived as the “highest level” of function in the nervous system; with particular reference to the “automatic apparatus” of Carpenter (1850) and to the “centrencephalic integrating system” of Penfield. *Brain*, **80**: 510-539, 1957.
- WARD, Lawrence M. The thalamic dynamic core theory of consciousness. *Consciousness and Cognition*, **20**: 464-486, 2011.
- WATT, D. The centrencephalon and thalamocortical integration: neglected contributions of periaqueductal gray. *Consciousness and Emotion*, **1**: 91-114, 2000.
- WEISKRANTZ, Lawrence. Some contributions of neuropsychology of vision and memory to the problem of consciousness. Pp. 183-99, in: MARCEL, A. J. & BISIACH, E. (eds.). *Consciousness in contemporary science*. Oxford: Clarendon, 1988.
- ZEKI, S. & BARTELS, A. Toward a theory of visual consciousness. *Consciousness and Cognition*, **8**: 225-259, 1999.

Data de submissão: 12/04/2020

Aprovado para publicação: 09/10/2020

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

