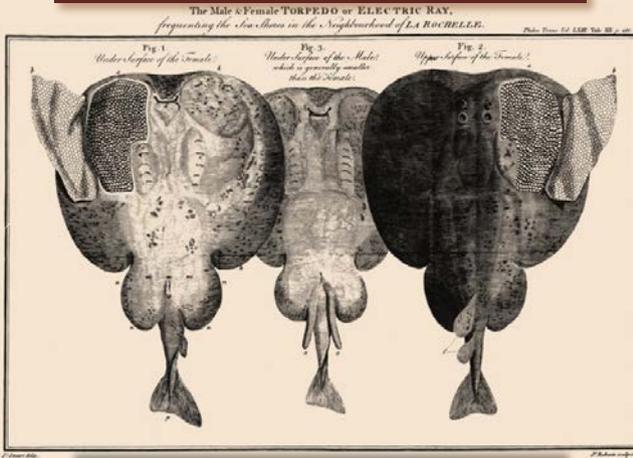


Filosofia e História da
Biologia
vol. 6, nº 2, 2011



Associação Brasileira de
Filosofia e História da
Biologia – ABFHIB

Filosofia e História da Biologia

Volume 6, número 2

Jun.-Dez. 2011

Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia – ABFHiB

<http://www.abfhib.org>

DIRETORIA DA ABFHiB (GESTÃO 2011-2013)

Presidente: Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Vice-Presidente: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (USP/RP)

Secretário: Waldir Stefano (UP Mackenzie)

Tesoureira: Marcia das Neves (Secretaria Municipal Educação SP)

Conselheiros: Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP/Bauru)

Anna Carolina Krebs Pereira Regner (Unisinos)

Charbel Niño El-Hani (UFBA)

Antonio Carlos Sequeira Fernandes (UFRJ, Museu Nacional)

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

Editores: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (USP/RP)

Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Editor associado: Roberto de Andrade Martins (UEPB)

Conselho editorial: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS), Ana Maria de Andrade Caldeira (Unesp), Anna Carolina Regner (Unisinos), Charbel Niño El-Hani (UFBA), Gustavo Caponi (UFSC), Marisa Russo (Unifesp), Nadir Ferrari (UFSC), Nelio Bizzo (USP), Pablo Lorenzano (UBA, Argentina), Palmira Fontes da Costa (UNL, Portugal), Ricardo Waizbort (Fiocruz), Susana Gisela Lamas (UNLP, Argentina)

ISSN 1983-053X

Filosofia e História da Biologia

Volume 6, número 2

Jun.-Dez. 2011



Filosofia e História da Biologia

V. 6, n. 2, jun./dez. 2011

homepage/
e-mail da instituição:

www.booklink.com.br/
abfhib
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 © 2011 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.

Publicada com apoio da
Fundação de Amparo à Pesquisa do
Estado de São Paulo (FAPESP)

Preparação dos originais deste
volume: Márcia das Neves, Andreza
Polizello e Eduardo Crevelário de
Carvalho

Direitos exclusivos desta edição:
Booklink Publicações Ltda.
Caixa Postal 33014
22440-970 Rio de Janeiro, RJ
Fone 21 2265 0748
www.booklink.com.br
booklink@booklink.com.br

Filosofia e História da Biologia. Vol. 6, número 2 (jun./dez. 2011).
São Paulo, SP: ABFHIB, São Paulo, SP: FAPESP, Rio de Janeiro,
RJ: Booklink, 2011.

Semestral
x, 174 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 Fi-
losofia e História da Biologia, ABFHIB.

CDD 574.1 / 574.9

Sumário

| | |
|---|-----|
| Antonio Carlos Sequeira Fernandes, Ricardo Pereira, Ismar de Souza Carvalho e Débora de Almeida Azevedo “O âmbar de Ambrósio Fernandes Brandão: um registro equivocado” | 173 |
| Celso Antonio Alves Neto “Considerações sobre o conceito de coesão na tese ‘espécies-como-indivíduos’ de David Hull” | 189 |
| Fernando Dias de Avila-Pires “Mudanças nas práticas de coleta e estudo dos mamíferos a partir do século XVIII” | 211 |
| Gerda Maisa Jensen e Maria Elice Brzezinski Prestes “As investigações de Lazzaro Spallanzani acerca do fenômeno do entorpecimento e dor causado pelos torpedos” | 227 |
| Gustavo Caponi “Las apomorfias no se comen: diseño de caracteres y funciones de partes en Biología” | 251 |
| Lilian Al-Chueyr Pereira Martins “O papel do núcleo na herança (1870-1900), um estudo de caso: a teoria dos idioblastos de O. Hertwig” | 269 |
| Lourdes Aparecida Della Justina e Ana Maria de An- drade Caldeira “Investigação sobre a inclusão do episódio histórico da teoria genotípica de Wilhelm Ludwig Johannsen na formação inicial de professores e pesquisadores” | 291 |
| Maria Elice Brzezinski Prestes “Lazzaro Spallanzani e a instalação da cátedra de História Natural na Universidade de Pavia, em 1769” | 313 |

The Male & Female TORPEDO or ELECTRIC RAY,
frequented the Sea-Shores in the Neighbourhood of LA ROCHELLE.

Philos. Trans. Vol. LXXX. Tab. XX. p. 466.

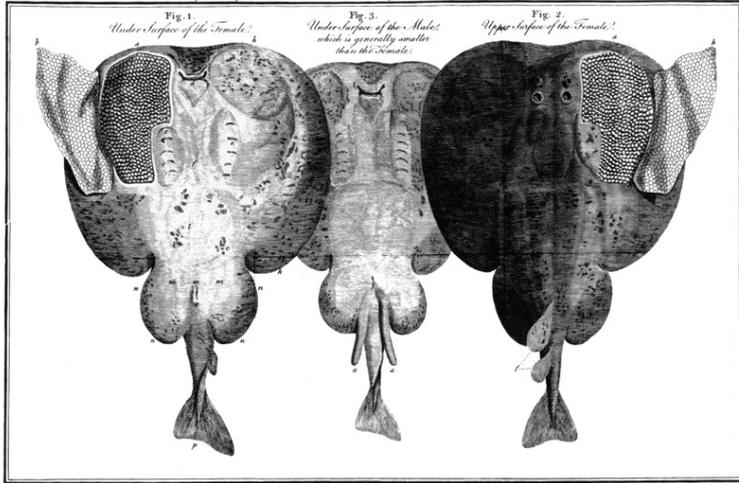


Imagem da capa: Prancha XIX de *On the electric property of the torpedo* escrito por John Walsh e publicado em *Philosophical Transactions*, 1773-1774.

Apresentação

Procurando atingir os objetivos propostos pela Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia, ABFHIB, que são divulgar estudos sobre Filosofia e História da Biologia, bem como suas interfaces epistêmicas, introduzimos ao leitor o volume 6, número 2, do periódico *Filosofia e História da Biologia*.

O presente fascículo contém oito trabalhos que foram submetidos em fluxo contínuo para publicação e foram selecionados após passarem por arbitragem anônima de dois pareceristas das áreas específicas.

Este volume conta com contribuições da História da Biologia, Filosofia da Biologia, relações entre História da Biologia e ensino.

Os artigos tratam especificamente de História da Paleontologia, discutindo sobre as relações de Fernandes Brandão e o âmbar; História da Taxidermia, tratando das mudanças nos procedimentos adotados na coleta de mamíferos no século XVIII; História da fisiologia, por meio da análise das investigações de Spallanzani sobre o entorpecimento causado pelos peixes-elétricos chamados torpedos; dois artigos de História da Genética, sendo um referente ao período que antecedeu a genética clássica, por meio do estudo de caso da teoria dos idioblastos de Hertwig e outro da História da Genética Clássica e sua relação com a formação de professores de biologia, explorando o conceito de genótipo de Johannsen; História do ensino de História Natural, utilizando um exemplo histórico do século XVIII, como o da criação dessa disciplina por Spallanzani na Universidade de Pavia. Também são discutidos temas centrais do âmbito da Filosofia da Biologia relacionados ao conceito de adaptação e função e ao conceito de espécie.

Neste fascículo são encontrados artigos em dois idiomas, português e espanhol, de acordo com as normas desta publicação.

Atendendo aos parâmetros de transparência no processo de arbitragem, aspecto realçado pelos organismos nacionais e internacionais responsáveis pela indexação dos periódicos científicos, *Filosofia e História da Biologia* publica a data em que os artigos foram submetidos e a data em que foram aprovados para publicação, após o processo de arbitragem e revisão editorial.

Os Editores

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Maria Elice Brzezinski Prestes

Roberto de Andrade Martins

O âmbar de Ambrósio Fernandes Brandão: um registro equivocado

Antonio Carlos Sequeira Fernandes *

Ricardo Pereira ^f

Ismar de Souza Carvalho *

Débora de Almeida Azevedo §

Resumo: Concluída em 1618, a obra de Ambrósio Fernandes Brandão (1555-?), intitulada *Diálogos das Grandezas do Brasil* corresponde a uma das principais obras publicadas no século XVII divulgando a realidade e o potencial da nova terra. Ao longo da leitura dos seis diálogos travados entre dois personagens, Bradônio e Alviano, obtêm-se preciosas informações da época sobre os costumes locais, a agricultura, a história, a fauna, a flora e o primeiro debate sobre a ocorrência e a origem do âmbar-gris e o âmbar, produto da fossilização de resinas de gimnospermas e angiospermas. Brandão pode não ter revelado o primeiro achado de âmbar no Brasil, mas certamente contribuiu com informações que demonstravam a confusão por vezes reinante em relação às origens do âmbar cinza produzido pelos

* Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Departamento de Geologia e Paleontologia, Quinta da Boa Vista s/n, São Cristóvão, CEP 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Bolsista de Produtividade do CNPq. E-mail: fernande@acd.ufrj.br

^f Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Laboratório de Geoquímica Orgânica Molecular e Ambiental, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CEP 21941-909, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: ricardo.geologia@uol.com.br

* Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, CEP 21941-900, Rio de Janeiro, RJ. Bolsista de Produtividade do CNPq. E-mail: ismar@geologia.ufrj.br

§ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Laboratório de Geoquímica Orgânica Molecular e Ambiental, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CEP 21941-909, Rio de Janeiro, RJ. Bolsista de Produtividade do CNPq. E-mail: debora@iq.ufrj.br

cachalotes, e o das resinas fossilizadas. Por outro lado, Ambrósio Brandão contribuiu com importante informação sobre o desconhecimento da existência de cavernas no interior do Brasil, resultado da falta de interiorização do território colonial. Mais de trezentos anos após a publicação do livro, o registro de resinas fossilizadas no território brasileiro tornou-se conhecido e, as suposições de Ambrósio Brandão, uma realidade.

Palavras-chave: História da paleontologia; história da ciência no Brasil; Brandão, Ambrósio Fernandes; âmbar; século XVII

The amber of Ambrósio Fernandes Brandão: a mistaken report

Abstract: Being concluded in 1618, the work of Ambrósio Fernandes Brandão entitled *Diálogos das Grandezas do Brasil* (Dialogues on the Brazilian greatness) is one of the main works published in the 17th Century. It showed the reality and potential of this new land. Reading the six dialogues between the two characters, Bradônio and Alviano, we can get precious information about the local customs, agriculture, history, fauna, flora, as well as the first debate on the occurrence and origin of the ambergris and amber (the product of the fossilization of gymnosperms and angiosperms resins). Even if Brandão had not announced the first finding amber in Brazil, certainly he contributed to it by providing information that clarified the origin of the ambergris got from whales and fossilized resins. On the other hand, Ambrósio Brandão had also provided information about the existence of caves in the Brazilian countryside since the colonial territory was poorly settled. More than three hundred years after the publication of the book, the report of fossilized resins in the Brazilian territory became known, and the assumptions of Ambrósio Brandão were finally confirmed.

Key words: History of paleontology; history of science in Brazil; Brandão, Ambrósio Fernandes; amber; 17th century

1 INTRODUÇÃO

Nos primórdios dos oitocentos uma mistura de estupefação e folclore envolvia os primeiros achados e coletas de fósseis na colônia portuguesa. Dos primeiros peixes *petrificados* coletados (como pequenos leviatãs retirados da terra) aos grandes ossos das cacimbas e cavernas (verdadeiras representações de um monstro gigante, ou *beemote*), a evolução dos conhecimentos científicos na Europa no início do século permitiu, pouco a pouco, o esclarecimento que os novos achados fossilíferos pediam. Os fósseis ganhavam a sua importância nos

estudos estratigráficos que se delineavam na França e na Inglaterra. A paleontologia, como a ciência dos seres antigos, tinha finalmente seu nome adotado pelos naturalistas oitocentistas a partir de 1822 (Rudwick, 2008, p. 48). Apesar do avanço que a nova ciência prometia pouco se sabia das ocorrências de fósseis, entre eles o âmbar, no território colonizado pelos portugueses, pois as explorações eram raras e, as informações documentadas, escassas.

Nos idos dos seiscentos, ao contrário do que se podia imaginar, o termo âmbar era bem conhecido pelos homens cultos da colônia, mas era marcante a confusão sobre a origem dos dois tipos de âmbar existentes, o âmbar-gris, orgânico e produzido por cetáceos marinhos, e o âmbar verdadeiro, produto fossilizado da preservação de resinas vegetais. Este fato fica evidenciado no interessante texto elaborado por Ambrósio Fernandes Brandão (1555-?), os *Diálogos das grandezas do Brasil* (Brandão, 1997). Concluído em 1618, o livro corresponde a uma das principais obras publicadas no século XVII divulgando a nova terra, sua realidade e seu potencial (Iglésias, 2000, p. 32). Ao longo da leitura dos seis diálogos travados entre dois personagens, Brandônio e Alviano (onde se acredita que Brandônio representasse o próprio autor), obtêm-se preciosas informações da época sobre os costumes locais, a agricultura, a história, a fauna, a flora e o primeiro debate sobre a ocorrência de âmbar-gris e o âmbar como fóssil no Brasil. A análise da possibilidade, ou não, das informações de Ambrósio Brandão representarem também o primeiro registro da ocorrência de uma resina fossilizada no território brasileiro é o objetivo do presente texto.

2 AMBRÓSIO FERNANDES BRANDÃO

Poucos são os dados sobre Ambrósio Fernandes Brandão, o que faz com que as observações dos historiadores Leonardo Dantas Silva, José Antonio Gonsalves de Mello (1916-2002) e Ronaldo Vainfas se constituam nas principais fontes de informações biográficas utilizadas neste artigo (Silva, 1997; Mello, 1997; Vainfas, 2000).

Ambrósio Brandão nasceu em 1555, vivendo 25 anos no Brasil, inicialmente em Olinda, entre 1583 e 1587, e posteriormente na Paraíba, entre 1607 e 1618, onde foi senhor de dois engenhos. No intervalo entre os dois períodos de permanência no Brasil, residiu em Lis-

boa, “onde acabou por ser denunciado por um ex-empregado, de nação mourisca, como adepto da religião judaica” (Vainfas, 2000, p. 35). Suspeito de heresia junto com a família, voltou ao Brasil onde se estabeleceu em uma sesmaria na Paraíba, obtida no reino. Homem letrado, por meio de seus estudos, leituras, observações e experiências obteve os elementos básicos para compor sua obra, concluída em 1618 (Mello, 1997). Entretanto, somente quase três séculos depois, em 1954, é que a autoria da obra lhe foi atribuída por José Antônio Gonsalves de Mello (Silva, 1997). Descoberta inicialmente pelo historiador Francisco Adolpho de Varnhagen (1816-1878), teve sua primeira publicação na Revista do Instituto Arqueológico e Geográfico Pernambucano entre os anos de 1883 e 1887 (Silva, 1997), com novas publicações e edições durante o século XX.

A obra é dividida em seis diálogos, estrutura de texto que “era bastante comum na Europa desde a Renascença, e destinava-se ao debate de doutrinas filosóficas, morais ou políticas” (Vainfas, 2000, pp. 35-36), que “são documentos capitais do século XVII e constituem a crônica mais positiva, a descrição mais viva, da sociedade, da economia dos moradores do Brasil, gentios, reinóis, mazombos e negros” (Rodrigues, 1979, p. 371). Segundo Rubens Borba de Moraes (1899-1986), “trata-se de uma das fontes mais interessantes do período colonial brasileiro, pelo grande número de informações que apresenta ao leitor” (Moraes, 1949, p. 403). Entre essas informações estavam as ocorrências e possíveis origens dos dois tipos de âmbar, abordados em seguida.

3 ÂMBAR-GRIS OU RESINA FOSSILIZADA?

Apesar de o âmbar ser conhecido por diversos povos pré-históricos e da Antiguidade, sua designação originou-se do árabe *andar* ou *ambar*, do qual surgiram os termos em outros idiomas como o espanhol *ambar* (ou *ambeur*) e o francês *ambre* (Langenheim, 2003, pp. 269-270). O termo árabe não se referia, entretanto, às resinas fossilizadas de vegetais, mas, sim, ao âmbar cinza (ou *amber-gris*), uma substância gordurosa produzida no aparelho digestivo de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) que, após eliminada, é levada pelas correntes aos litorais dos continentes sendo então depositada nas praias, como as do Brasil. Utilizado na produção de perfumes, e devido a suas

propriedades restauradoras, o âmbar cinza era muito popular na Europa desde os tempos medievais (Tenius, Schroeder & Schenato, 2000, p. 225), motivo certamente de sua importância e abordagem nos diálogos travados entre os dois personagens de Ambrósio Brandão. Sua utilização como incenso, a exemplo do verdadeiro âmbar, produto da polimerização de compostos orgânicos ao longo de milhões de anos, sugere a persistência da confusão de designação e origem entre as duas substâncias (Langenheim, 2003, p. 270).

Ao citar a presença de âmbar em seu texto Ambrósio Brandão fez referência aos dois tipos citados e, se o comentário a respeito da presença e a origem de âmbar estiver correto, Ambrósio Brandão certamente teria sido o primeiro autor na história do Brasil a revelar a presença de fósseis no país:

Afirmaram-se dois homens dignos de fé e crédito, pelo haverem visto com o olho, que nas praias do Rio Grande, no Cabo Negro, um morador da mesma Capitania, por nome Diogo de Almeida, condestável da fortaleza, achara nela um pau do comprimento de um braço e quase da mesma grossura, que o mar lançara à costa, o qual tinha dois esgalhos de rama na ponta, um deles já quebrado e o outro inteiro, que tinha algumas folhas já secas, que semelhavam as de acipreste; e por este pau vinha pegado (ao modo que se faz a resina pelas árvores) três ou quatro onças [86,07 g e 114,76 g, respectivamente] de âmbar-gris, muito bom, que parece que no fundo das águas se criam também árvores da sorte daquele pau, que dão o âmbar por resina. E se assim é, enganaram-se os que entenderam até agora que nascia como arrecifes, e deram no alvo os que queriam que fosse resina, porque o pau achado dá disso bastante prova. É porque o haver-se achado este pau não é cousa em que possa haver dúvida, faço volta a tratar dos mariscos [...]. (Brandão, 1997, p. 186)

Ao comentar a presença de âmbar nas costas brasileiras, Ambrósio Brandão deixou ruídos na literatura. Numa abordagem sobre monstros e mitos no mundo europeu e ibero-americano, a historiadora Mary Del Priore comentou sobre a presença do âmbar como o “produto de árvores submarinas das quais se apascentavam as baleias” (Priore, 2000, p. 97). Ressaltou que Brandão afastava-se das explicações então conhecidas para a origem do âmbar, como as de Plínio e Eliano, em alusão aos escritos nas obras *Naturalis Historia* (*História Natural*) de Plínio, o Velho (Gaius Plinius Secundus, 23-79) e

De Natura Animalium (Sobre a natureza dos animais) de Claudio Eliano (Claudius Aelianus, 165/170-230):

O primeiro [Plínio] afirmava que o produto, vindo das terras do Norte, era extraído da “medula” dos pinheiros. O segundo [Eliano] explicava tratar-se de excrementos perfumadíssimos das baleias, encontrados flutuando sobre o mar sob a forma de ceráseo conglomerado. No século XVI, o grande botânico André Cesalpini, contemporâneo de Brandônio, diria que o âmbar era uma pedra preciosa, espécie de enxofre natural. A idéia de que o âmbar era um mineral, vomitado pelas fontes subaquáticas ou expelido das entranhas da Terra, vai prevalecer entre os meios eruditos europeus dos séculos seguintes. [...] Nem mesmo Buffon, em pleno século XVIII, saberia dizer se o âmbar era um “betume” de origem animal ou vegetal. (Priore, 2000, p. 97-98)

O âmbar citado pelo personagem Brandônio, entretanto, não seria de origem vegetal. Ambrósio Brandão disse haver dois tipos de âmbar no Brasil, “[...] um branco e gris, que se acha na costa de Jaguaribe” e outro “[...] negro, que se acha desde Pernambuco até à Bahia, posto que também sai do branco” (Brandão, 1997, p. 115). Ao primeiro certamente o autor referia-se à presença do âmbar cinza oriundo dos cachalotes que dava às costas brasileiras onde, ao que tudo indica, era avistado e coletado; Ambrósio Brandão tinha pleno conhecimento de sua origem como produto das baleias, como deixou claramente transparecer; além disso, era comum nas costas do oceano Índico, bem como de todos os oceanos, até metade do século XVIII. Quanto ao segundo, poderia haver dúvidas sobre sua identificação e origem. No diálogo com Alviano, Brandônio relatava que, em 1583, era assistente na Vila de Olinda, na Capitania de Pernambuco, quando um criado que pescava:

[...] no Rio do Extremo, achara na praia grande quantidade de certa cousa, que logo me amostrou, com me meter na mão uma bola daquilo que dizia haver achado, a qual pesaria, segundo minha estimação, de seis para sete arráteis [de 2,754 kg a 3,213 kg, respectivamente], e que do semelhante era tanta a quantidade que estava na praia, junto d’água, que gastaram ele e dois negros que consigo levava, mais de três horas em o acarretarem em uma forma que fora de açúcar e dois cabaços, até porem tudo desviado da praia e caminho, entre alguns mangues, e que ele junto fazia um arrazoado monte./Eu era en-

tão novo na terra, e não havia visto nela nenhum âmbar, posto que em Portugal me passara pela mão algum; mas como era âmbar gris que vem da Índia, dava maravilhoso cheiro, com ser branco; e, pelo contrário, aquilo que me o mancebo dizia haver achado era uma cousa negra, viscosa, que tinha o cheiro de azeite de peixe, e por esse respeito cobrei tanto asco de o ter nas mãos, que lancei a bola pela janela fora, entre umas ramas crescidas, ficando-me somente entre os dedos um pequeno papel em que o apertara, coisa de três para quatro onças [86,07 g e 114,76 g, respectivamente], as quais, acaso, por me despojar delas, lancei dentro da gaveta de um escritório que tinha aberto. E despedi o mancebo com lhe dizer que não tinha para que fazer caso daquilo que dizia ter achado, por que devia de ser alguma imundícia que saiu à praia. [...] Passaram-se três anos, dentro dos quais veio a esta terra, do Reino, um parente meu de muita obrigação, o qual querendo fazer volta outra vez para lá, me foi necessário dar-lhe um papel de importância para que o levasse consigo, o qual não achava, e por este respeito o busquei por todas as gavetas do escritório muito de espaço, e em uma delas fui dar com o papel envolto naquela cousa, que ali tinha lançado. E como o tempo tinha já gastado o ruim cheiro de azeite de peixe e cobrado outro muito bom, mostrou claramente ser âmbar; e de o achar ali, estive confuso, por não me alembra quando ou de que maneira o havia metido naquela gaveta, ou donde me viera. Todavia, examinando bem a memória, vim a cair no que havia precedido, com não pequeno pesar. E imaginando poder ainda dar remédio no que já o não tinha, mandei logo chamar o descobridor, que então era casado, e dando-lhe conta do que passava, faltou pouco para se haver de enforcar; todavia nos pusemos ambos a cavalo, indo à parte onde ele achara o âmbar, com a qual ele já mal atinava, e por fim não achamos cousa nenhuma, com cair na conta de que os caranguejos, aves e mais imundícias o deviam de ter comido. (Brandão, 1997, pp. 114-115)

Ambrósio Brandão podia estar, na realidade, se referindo a uma variação na cor do âmbar, de cinza claro, quando fresco, a castanho muito escuro, ao que poderia corresponder o exemplar de cor *negra* citado por ele.

Ambrósio Brandão não foi, entretanto, o primeiro a registrar a presença de âmbar cinza e suas variações de cor nas costas brasileiras. Pero de Magalhães de Gândavo (~1540-1580) em seu texto publicado em 1576, comentou sobre a presença do âmbar originário das “baleias”, descrevendo dois tipos: o pardo, “fino e estimado em grande

preço em todas as partes do mundo”, e o preto, com muito cheiro e que se “presta muito pouco” (Gândavo, 2004, pp. 122-125). Pode-se descartar, portanto, a possibilidade de uma outra origem para a *consa negra, viscosa*: a de se tratar de betume que, ao aflorar à superfície, poderia ter chegado às praias da capitania.

4 AS OCORRÊNCIAS DE ÂMBAR NO BRASIL

Se por um lado a confusão entre o âmbar cinza originário dos cachalotes e o âmbar oriundo da fossilização de resinas vegetais se mostrou um equívoco natural de Ambrósio Brandão, sua breve observação sobre a falta de conhecimento do interior do país revelou-se útil para a compreensão da falta do conhecimento da presença de fósseis na etapa inicial de explorações e relatos da nova terra. Ao relatar o desconhecimento de tremores de terra, o autor apresentou como justificativa que a “[...] terra deste Brasil deve ser toda sólida e maciça, sem ter cavernas, furnas ou lapas por baixo, aonde se possa recolher o ar que costuma causar esses tremores; [...]” (Brandão, 1997, p. 83). O desconhecimento da existência de cavernas à época pelo autor não é de se espantar. Nessa primeira fase de explorações do Brasil não havia iniciativa, por parte dos portugueses, em se embrenhar pelo interior, permanecendo-se assim ao longo do litoral, crítica feita inclusive pelo religioso franciscano Frei Vicente do Salvador (1564-1635) em sua famosa *História do Brazil (1500-1627)*, publicada originalmente em 1627:

Da largura que a terra do Brasil tem para o sertão não trato, porque até agora não houve quem a andasse, por negligência dos portugueses que, sendo grandes conquistadores de terras, não se aproveitam delas, mas contentam-se de as andar arranhando ao longo do mar como caranguejos. (Salvador, 2008, p. 39)

A afirmação de Frei Vicente do Salvador era em boa parte verdadeira já que até a época da Independência do Brasil, em 1822, a “mancha do povoamento ainda se concentrava na faixa litorânea entre a cidade gaúcha do Rio Grande e a baía de Marajó, no estuário do rio Amazonas” (Gomes, 2010, p. 73). Apesar disso, a partir do século XVI, em algumas regiões do país, especialmente o centro-sul, o interior pouco a pouco começou a ser conhecido e explorado

(Fausto, 2002). Entretanto, as notícias sobre os fósseis, como os grandes ossos de Minas Gerais e outras ossadas procedentes do Nordeste, além dos peixes *petrificados* do Araripe, ainda demorariam pelo menos quase dois séculos a serem divulgadas. As primeiras descobertas documentadas, relacionadas à megafauna de Minas Gerais, Ceará e Maranhão datam de 1770 a 1785, e a referente aos peixes da região do Araripe, do apagar das luzes do século XVIII (Feijó, 1814; Feijó, 1997; Lopes, 2005; Antunes, Balbino & Freitas, 2005; Pataca, 2006). Por outro lado, os primeiros registros verdadeiros de âmbar somente se dariam no século XX.

Em 1937, portanto, três séculos após os diálogos entre os personagens Brandônio e Alviano, o químico e geógrafo brasileiro Silvio Fróes de Abreu (1902-1972) deu a primeira notícia sobre a presença de âmbar na Bahia, encontrado nos terrenos de idade cretácica da Bacia do Recôncavo (Abreu, 1937). Pouco mais de 30 anos se passariam para novas notícias, agora feitas para os terrenos de idade miocênica no estado do Pará (Langenheim & Beck, 1968) e para os sedimentos cretácicos da Chapada do Araripe (Castro, Menor & Campanha, 1970). Apesar da importância desses achados, somente a partir de 1998 surgiram novos registros (Carvalho *et al.*, 1999 e Pereira *et al.*, 2007) e, nos últimos anos, com a utilização de tecnologias modernas de análises químicas, os estudos dos âmbares brasileiros foram aprofundados (Pereira, 2006; Pereira, 2009; Pereira *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2008a; Pereira *et al.*, 2008b; Pereira *et al.*, 2008c, Pereira *et al.*, 2009a; Pereira *et al.*, 2009b; Pereira *et al.*, 2009c; Pereira *et al.*, 2011a; Pereira *et al.*, 2011b; Pereira *et al.*, 2011c). Foram identificadas novas ocorrências e feitas considerações sobre os vegetais produtores das resinas, possibilitando novas informações para as reconstituições paleoambientais. Quase quatrocentos anos após os diálogos entre Brandônio e Alviano, as ocorrências brasileiras de âmbar hoje são melhor conhecidas e estudadas, presentes nas bacias sedimentares do Norte (Figura 1) e Nordeste do país e estando principalmente associadas com coníferas.



Fig. 1. Fragmentos de âmbar presentes em sedimentos de idade miocênica da Formação Solimões, da bacia sedimentar do Acre, resultantes da fossilização de resinas de vegetais. Apesar da abordagem sobre a origem do âmbar na obra de Ambrósio Brandão, as resinas fossilizadas ainda eram desconhecidas no território brasileiro no início do século XVII. (Fotografia de Karen Adami Rodrigues)

5 CONCLUSÃO

A obra de Ambrósio Fernandes Brandão pode não ter revelado o primeiro achado de âmbar no Brasil, mas certamente contribuiu com informações que demonstravam a confusão por vezes reinante em relação às origens do âmbar cinza produzido pelos cachalotes, e o das resinas fossilizadas, produto do processo de polimerização das substâncias nelas contidas ao longo de milhões de anos. Seu texto poderia levar a hipóteses equivocadas sobre a presença de petróleo cru exposto nas regiões litorâneas do Nordeste, fato nunca observado face a sua forma de ocorrência nas bacias sedimentares costeiras da região. Por outro lado, contribuiu com importante informação sobre o des-

conhecimento da existência de cavernas no interior do Brasil, fonte de grande quantidade de ossadas de mamíferos extintos descobertos pouco mais de dois séculos depois e fruto da falta de interiorização do território colonial. Mais de três séculos se passaram desde a conclusão da obra de Ambrósio Brandão, mas a preocupação com a compreensão da geologia do país e a ocorrência de fósseis, como o âmbar resultante da preservação das resinas das antigas florestas de gimnospermas e angiospermas, continua bem viva entre os pesquisadores brasileiros.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Proc. 401762/2010-6/Edital Fortalecimento da Paleontologia Nacional e 301328/2009-9, 301975/2009-4 e 301382/2008-5, bolsas de Produtividade em Pesquisa) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro. À Karen Adami Rodrigues, pela autorização de utilização da fotografia que ilustra este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Silvio Fróes de. Sobre a ocorrência de âmbar nos arenitos da Série da Baía. *Boletim de Informação do Instituto Nacional de Tecnologia*, **2**: 3-8, 1937.
- ANTUNES, Miguel Telles; BALBINO, Ausenda Cáceres; FREITAS, Francisco Idalécio de. Early (18th century) discovery of Cretaceous fishes from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. Specimens kept at the “Academia das Ciências de Lisboa” Museum. *Comptes Rendus Palevol*, **4** (4): 375-384, 2005.
- BRANDÃO, Ambrósio Fernandes. *Diálogos das Grandezas do Brasil*. 3. ed. Notas de José Antônio Gonsalves de Mello. Recife: Massangana, 1997.
- CARVALHO, Ismar de Souza; CARVALHO, Maria Aparecida de; LOUREIRO, Maria Regina Bastos; NÓBREGA, Jari Cardoso. Âmbar nas bacias cretácicas brasileiras. *Boletim do 5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 479-483, 1999.
- CASTRO, Cláudio de; MENOR, Eldemar de Albuquerque;

- CAMPANHA, Vilma Alves. Descoberta de resinas fósseis na Chapada do Araripe, município de Porteira – Ceará. *Notas Prévias*, (1, Série C): 1-12, 1970.
- FAUSTO, Boris. *História do Brasil*. 10. ed. São Paulo: EDUSP, 2002.
- FEIJÓ, João da Silva. Memória sobre a Capitania do Ceará, escrita por ordem superior pelo Sargento-mor João da Silva Feijó, Naturalista encarregado por S. A. Real das investigações filosóficas da mesma Capitania. *Patriota*, **3** (1): 46-62, 1814.
- . *Memória sobre a Capitania do Ceará e outros trabalhos*. Ed. Fac-símile. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara (Biblioteca Básica Cearense), 1997.
- GÂNDAVO, Pero de Magalhães de. *A Primeira História do Brasil. História da província Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil*. Modernização do texto original de 1576 e notas por Sheila Moura Hue e Ronaldo Menegaz. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.
- GOMES, Laurentino. 1822. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2010.
- IGLÉSIAS, Francisco. *Historiadores do Brasil*. Rio de Janeiro/Belo Horizonte: Nova Fronteira/Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
- LANGENHEIM, Jean H. *Plant resins*. Portland: Timber Press, 2003.
- LANGENHEIM, Jean H., BECK, Curt W. Catalogue of IR spectra of fossil resins (ambers) I. North and South America. *Harvard University Botanical Museum Leaflets*, **22**: 65, 1968.
- LOPES, Maria Margaret. “Raras petrificações”: registros e considerações sobre os fósseis na América Portuguesa. Pp. 1-17, in: *Actas do Congresso Internacional Atlântico do Antigo Regime: poderes e sociedade*. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas/Universidade Nova Lisboa, 2005.
- MELLO, José Antonio Gonsalves de. *Diálogos das Grandezas do Brasil*. Pp. xiii-llii, in: BRANDÃO, Ambrósio Fernandes. *Diálogos das Grandezas do Brasil*. 3. ed. Recife: Massangana, 1997.
- MORAES, Rubens Borba de. *Manual bibliográfico de estudos brasileiros*. Rio de Janeiro: Gráfica Editora Souza, 1949.
- PATACA, Ermelinda Moutinho. *Terra, água e ar nas viagens científicas portuguesas (1755-1808)*. Campinas, 2006. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

- PEREIRA, Ricardo. *Geoquímica de âmbares cretácicos das bacias do Amazonas, Araripe e Recôncavo*. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências-Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- . *Aspectos geoquímicos e paleobotânicos de âmbares cretácicos brasileiros*. Rio de Janeiro, 2009. Tese (Doutorado em Ciências-Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- PEREIRA, Ricardo; CARVALHO, Ismar de Souza; AZEVEDO, Débora de Almeida; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira. Ocorrências de âmbar nas bacias sedimentares brasileiras: uma revisão. Vol. 1, pp. 251-264, *in*: CARVALHO, Ismar de Souza; CASSAB, Rita de Cássia Tardin; SCHWANKE, Cibele; CARVALHO, Marcelo de Araújo; FERNANDES, Antônio Carlos Sequeira; RODRIGUES, Maria Antonieta da Conceição; CARVALHO, Marise Sardenberg Salgado de; ARAI, Mitsuru; OLIVEIRA, Maria Emilia Queiroz (eds.). *Paleontologia: cenários de vida*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. 2 vols.
- PEREIRA, Ricardo; CARVALHO, Ismar de Souza; BORGHI, Leonardo; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; AZEVEDO, Débora de Almeida. Ocorrência de âmbar proveniente da Formação Codó, Bacia do Parnaíba (Cretáceo Inferior), Brasil. *Paleontocias*, (Boletim Especial): 51-52, 2008 (a).
- PEREIRA, Ricardo; CARVALHO, Ismar de Souza; BORGHI, Leonardo; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; AZEVEDO, Débora de Almeida. Novas ocorrências de âmbar na Bacia do Recôncavo. P. 163, *in*: BOARDMAN, Daiana Rockenbach (org.). XII *Simpósio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia* “Revisitando a Coluna White. Ampliando fronteiras”: *Boletim de Resumos*. Porto Alegre: Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología, 2008 (b).
- PEREIRA, Ricardo; CARVALHO, Ismar de Souza; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; FREITAS, Francisco Idalécio de; AZEVEDO, Débora de Almeida. Composição molecular e origem paleobotânica de âmbares cretácicos da Bacia do Araripe (Formação Santana, Membro Crato). P. 162, *in*: BOARDMAN, Daiana Rockenbach (org.). XII *Simpósio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia* “Revisitando a Coluna White. Ampliando fronteiras”: *Boletim*

- de Resumos*. Porto Alegre: Associação Latinoamericana de Paleobotânica y Palinologia, 2008 (c).
- PEREIRA, Ricardo; CARVALHO, Ismar de Souza; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; AZEVEDO, Débora de Almeida. 2009. Composição molecular e origem paleobotânica de âmbares da Bacia do Araripe, Formação Santana. *Química Nova*, **32** (6): 1528-1533, 2009 (a).
- PEREIRA, Ricardo; CARVALHO, Ismar de Souza; SIMONEIT, Bernd Rolf Tatsue; AZEVEDO, Débora de Almeida. Molecular composition and chemosystematic aspects of Cretaceous amber from the Amazonas, Araripe and Recôncavo basins, Brazil. *Organic Geochemistry*, **40**: 863-875, 2009 (b).
- PEREIRA, Ricardo; ADAMI-RODRIGUES, Karen; OLIVEIRA, Marla Dias Brito; SOUZA, Rutilene Barbosa de; CARVALHO, Ismar de Souza; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; AZEVEDO, Débora de Almeida. Primeiro registro brasileiro de âmbar na Formação Solimões: análises preliminares e possíveis origens botânicas. P. 93, *in*: GALLO, Valeria; SILVA, Maria Andrade de (eds.). XXI Congresso Brasileiro de Paleontologia. Livro de Resumos. Belém: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2009 (c).
- PEREIRA, Ricardo; AZEVEDO, Débora de Almeida; CARVALHO, Ismar de Souza; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira. Chemotaxonomical aspects of Cretaceous amber from Recôncavo Basin, Brazil: botanical origin and paleobotanic implications. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, no prelo, 2011 (a).
- PEREIRA, Ricardo; CARVALHO, Ismar de Souza; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; AZEVEDO, Débora de Almeida. Composição molecular, aspectos quimiotaxonômicos e origem botânica de âmbares brasileiros. *Revista Virtual de Química*, **3**: no prelo, 2011 (b).¹
- PEREIRA, Ricardo; GIL, Rosane Aguiar da Silva San; CARVALHO, Ismar de Souza; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; AZEVEDO, Débora de Almeida. Solid State ¹³C NMR Analysis of Brazilian Cretaceous Ambers. *Journal of the Brazilian Chemical So-*

¹ Disponível em: <<http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/view/134/163>> Acesso em junho de 2011.

- ciety*, **22** (1): 92-97, 2011 (c).
- PRIORE, Mary Del. *Esquecidos por Deus. Monstros no mundo europeu e ibero-americano (séculos XVI-XVIII)*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- RODRIGUES, José Honório. *História da História do Brasil*. Companhia Editora Nacional, 1979.
- RUDWICK, Martin John Spencer. *Worlds before Adam: the reconstruction of geohistory in the age of reform*. Chicago: University of Chicago Press, 2008.
- SALVADOR, Frei Vicente do. *Historia do Brazil (1500-1627)*. Curitiba: Juruá, 2008.
- SILVA, Leonardo Dantas. As revelações de Ambrósio. Pp. vii-xii, in: BRANDÃO, Ambrósio Fernandes. *Diálogos das Grandezas do Brasil*. 3. ed. Recife: Massangana, 1997.
- TENIUS, Beatriz Soares Machado; SCHROEDER, Evelyn Koeche; SCHENATO, Rossana Angélica. Ambergris: perfume e síntese. *Química Nova*, **23** (2): 225-230, 2000.
- VAINFAS, Ronaldo (dir.). *Dicionário do Brasil Colonial: 1500-1808*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2000.

Data de submissão: 06/07/2011.

Aprovado para publicação: 28/09/2011.

Considerações sobre o conceito de coesão na tese “espécies-como-indivíduos” de David Hull

Celso Antônio Alves Neto *

Resumo: Em oposição a uma longa tradição, Michael Ghiselin (1974) e David Hull (1976; [1978] 2006) defenderam a tese de que espécies biológicas não são tipos naturais, mas *indivíduos*. Este artigo discute a versão de Hull dessa tese, focalizando um elemento pouco discutido: o conceito de *coesão*. Após distinguir os três principais papéis teóricos deste conceito, analisamos os mecanismos empíricos da coesão e investigamos se eles preenchem esses papéis. Argumentaremos que tendo em mente a distinção entre coesão integrativa e responsiva, o preenchimento dos papéis teóricos da coesão obscurece a diferença entre espécie e *taxa* superiores.

Palavras-chave: espécies; tipos naturais; unidades de evolução; coesão; ontologia

Notes about the concept of cohesion in David Hull's “species-as-individuals” thesis

Abstract: In opposition to the prevailing view Michael Ghiselin (1974) and David Hull (1976, [1978] 2006) defended that biological species are *individuals* instead of natural kinds. This paper aims to discuss Hull's version of this thesis and focuses on a not widely examined element of it: the concept of cohesion. After distinguishing three main theoretical roles of this concept, we analyze the empirical mechanisms of cohesion and investigate if they lead to the fulfillment of these roles. We argue that, as long as we bear in mind the distinction between responsive and integrative cohesion (Wilson & Barker, 2010), the fulfillment of the theoretical roles of cohesion obscures the qualitative difference between species and higher taxa.

* Estudante de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, Cidade Universitária, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, 4a andar, sala 4051, CEP 31270-901, Belo Horizonte, Minas Gerais. Email: celsoneto.filosofia@gmail.com

Key-words: species; natural kinds; units of evolution; cohesion; ontology

1 INTRODUÇÃO

Que tipo de entidade são as espécies biológicas? Seriam elas tipos (classes) naturais ou indivíduos? Estas perguntas têm dirigido um longo debate em Filosofia da Biologia nas últimas décadas e encontram suas raízes em antigas discussões filosóficas (Ruse, 1987). A despeito dessa origem, a maneira como tais perguntas são feitas hoje é bem diferente de como eram no passado remoto. O advento do darwinismo marcou importantes rupturas no que diz respeito ao contexto no qual elas se inserem, alterando nossa compreensão das espécies e sua relação com a diversidade natural. Dessa maneira, o debate contemporâneo em torno do estatuto ontológico das espécies biológicas dificilmente pode se furtar à incorporação do darwinismo e de seus desenvolvimentos mais recentes.

Uma das principais rupturas do darwinismo veio a ser a recusa do pensamento essencialista (Mayr, 1975). Aceitava-se até então que as espécies possuíam essências qualitativas, como, por exemplo, características morfológicas, fisiológicas etc. Contemporaneamente, poder-se-ia pensar inclusive que essas características seriam de natureza genética. Seja como for, elas determinariam condições necessárias e suficientes para o pertencimento dos organismos às espécies. Cada organismo deveria portar intrinsecamente a essência de sua respectiva espécie. Com o darwinismo, entretanto, tornou-se claro que a variabilidade orgânica não só era um fenômeno pervasivo no mundo biológico, como também era a própria base do processo evolutivo. Que a variabilidade possa acometer qualquer tipo de característica orgânica é um dos pilares da evolução. Assim sendo, seria muito improvável encontrar, pressupor ou até mesmo julgar relevante do ponto de vista explicativo que existam essências distintas e imutáveis para cada uma das espécies (Ereshefsky, 2010; Sober, 1980). Esses e outros motivos levaram ao estabelecimento de um *consenso anti-essencialista* entre os filósofos da Biologia (Wilson, Barker & Brigandt, 2007)¹.

¹ Esse consenso diz respeito apenas ao tipo de essencialismo que tratamos neste texto, isto é, ao chamado “essencialismo de tipo”. Esse essencialismo considera que a

O darwinismo também motivou uma “virada histórica” em classificação biológica (Ereshefsky, 2001, p. 109). Ao entender que a distribuição da diversidade natural era produto de um processo evolutivo, o darwinismo passou a tratar os agrupamentos taxonômicos (*taxa*) como *entidades históricas*. Isso porque o processo evolutivo implica mecanismos de hereditariedade. Como nota Ereshefsky, essa implicação é mais clara nos casos de seleção natural, embora esteja também presente em outros mecanismos evolutivos como deriva genética (Ereshefsky, 2001, p. 111). Tais mecanismos estabelecem relações genealógicas entre organismos e populações de diferentes gerações, formando assim linhagens evolutivas. Para capturar a evolução dessas linhagens a taxonomia precisa classificar as espécies e demais *taxa* por meio de suas relações genealógicas, o que significa tratá-las como entidades que persistem no tempo.

Retomando a questão acerca do estatuto ontológico das espécies biológicas, é mister avaliá-la sob o pano de fundo do consenso anti-essencialista e da virada histórica em classificação. Tradicionalmente, as espécies foram concebidas como tipos naturais, isto é, agrupamentos naturais cujos membros estão em estreita similaridade fenotípica e/ou genotípica (Sober, 2003, p. 274). O que definiria cada tipo natural seria a existência de um conjunto de características qualitativas essenciais, presentes de modo necessário e suficiente em cada um dos seus membros. Essas características seriam causalmente responsáveis pela mencionada similaridade, o que explica o fato das propriedades de uma espécie poderem ser projetadas para cada um de seus organismos, ainda que não os identifiquemos. Por tudo isso, fica clara a vinculação entre a categoria de tipos naturais e o essencialismo de tipo. Notemos também que, se as espécies são definidas por características qualitativas fenéticas e/ou genéticas, é de se esperar que sua

identidade e a individuação dos grupos, ou tipos naturais em geral, só se dá por meio de identificação de certas características imutáveis. Tais características seriam portadas intrinsecamente por cada membro (instância) do tipo e seriam consideradas como as “essências” deste. Nesse sentido, o que chamamos aqui de “pensamento essencialista” nada mais é do que a tese de que esse essencialismo de tipo aplicar-se-ia aos agrupamentos biológicos. Vale notar ainda que atualmente diversos autores defendem outro tipo de essencialismo, o “essencialismo histórico”, segundo o qual uma espécie é definida por sua *origem histórica* (ver Sterelny & Griffiths, 1999).

classificação seja baseada em tais características e não em relações genealógicas. Em suma, a concepção tradicional de tipos naturais mostra-se avessa ao pano de fundo darwinista. Haveria alguma alternativa a ela?

O filósofo David Hull afirma que a teoria evolucionista exige uma recategorização ontológica das espécies biológicas (Hull, 1976, p. 175). Estas não podem mais ser tidas como tipos naturais, sob o preçõ de perdermos de vista o papel que desempenham na evolução. Elas precisam ser tratadas como entidades particulares delimitadas no espaço-tempo, ou seja, como *indivíduos*². As espécies individuam-se por meio de sua localização e continuidade em um quadro de coordenadas espaço-temporais, o que sugere um tipo de classificação histórica a essas entidades. Soma-se a isso o fato de que, por definição, indivíduos não possuem essências de tipos, isto é, características qualitativas compartilhadas pelos elementos que os compõem. Falar em essencialismo de tipo para indivíduos seria incorrer em erro categorial, exigindo, por exemplo, que *partes* de um indivíduo sejam similares e compartilhem características qualitativas. Isso ficará mais claro no que se segue.

Uma diferença marcante entre indivíduos e tipos naturais é a de que os primeiros são compostos por partes, enquanto os segundos possuem membros (Hull, 1976, p. 177). Indivíduos são entidades *coesas*, entidades que exibem determinado tipo de organização interna de partes, de onde provém o caráter discreto e unitário do “todo”. Suas partes não precisam ser mais similares do que o são os órgãos de um organismo particular. Não é a similaridade – ou o compartilhamento de essências qualitativas – que torna essas partes componentes de um mesmo indivíduo, mas, sim, o fato de se disporem em uma dada relação de coesão. Isso reforça a intuição de que, enquanto indivíduos, as espécies não devem ser classificadas por meio da similaridade entre suas “partes”, mas, sim, por um tipo de relação que as conecta. Essa relação não consiste apenas na relação *diacrônica* da genealogia, mas também em algum tipo de relação, organização, *sin-*

² Como nota Gustavo Caponi (2011), a tese de que espécies seriam indivíduos também pode ser depreendida claramente dos trabalhos de Willi Hennig (1966) e remonta também a Nicolai Harman (1964), além do próprio Micheal Ghiselin (1974).

crônica (Ereshefsky, 2001, p. 31). É este segundo tipo de relação que é abarcado pelo conceito de coesão e parece ser fundamental se quisermos, a cada fração do tempo, dizer que um indivíduo é o mesmo indivíduo e, assim, que uma espécie é a mesma espécie.

No presente texto focalizaremos tão somente o modo como o conceito de coesão é utilizado na argumentação de David Hull em favor da tese de que espécies são indivíduos. Interessa-nos investigar se esse conceito é capaz de fornecer a Hull o que o filósofo parece querer dele e, em suma, se tal conceito efetivamente contribui para a defesa do individualismo. Com isso em vista, apresentaremos a maneira como o conceito de coesão figura nos principais artigos de Hull sobre o tema, apontando algumas ambiguidades que neles surgem. Em seguida, procuraremos redefinir este conceito tendo em vista os mecanismos empíricos relacionados a ele, não sem antes partir da distinção entre coesão responsiva e coesão integrativa (Barker & Wilson, 2010). Essa distinção levará a abordagem hullniana da coesão a um sério impasse que, acreditamos, mina as contribuições desse conceito para a tese “espécies-como-indivíduos”.

2 A COESÃO NA TESE “ESPÉCIES-COMO-INDIVÍDUOS” DE DAVID HULL

Em *Are species really individuals?*, David Hull atribui às espécies biológicas o papel teórico de *unidades de evolução* no contexto evolucionista contemporâneo (Hull, 1976). Segundo ele, as espécies seriam as entidades que evoluem como resultado de transformações contínuas e graduais causadas pela atuação da seleção natural e outros mecanismos evolutivos em níveis organizacionais inferiores (por exemplo, genes, organismos). Sendo a hereditariedade um pré-requisito desses mecanismos, a evolução só pode se processar através de cadeias genealógicas.

Essas cadeias formam longas linhagens dotadas de trajetórias evolutivas singulares que vão se ramificando e se cruzando ao longo de uma escala de tempo geológico. Elas dão vazão a mudanças genéticas substantivas sem deixar de serem as mesmas, isto é, antes de se extinguirem ou especiares. (Hull, 1976, p. 182)

Tal como descrito, as espécies precisam preencher três requisitos básicos para atuarem como unidades de evolução. Em primeiro lugar, elas precisam ser entidades contínuas e localizadas no quadro espaço-temporal, já que compreendem linhagens evolutivas. Espécies só evoluem na medida em que, internamente a elas, populações e organismos estão diacronicamente conectados através de relações genealógicas. Isso faz com que possamos rastrear a localização e a dispersão das espécies ao longo do tempo por meio de coordenadas de espaço e tempo. Em segundo lugar, essas entidades precisam estar aptas a um desenvolvimento genético virtualmente irrestrito (*open-ended*). Espécies persistem no tempo geológico e no decorrer desse tempo podem incorporar grandes mudanças genéticas, sem que isso implique em princípio a cisão ou extinção delas. Genes e organismos, por sua vez, possuem um tempo de vida curto para incorporar tamanha mudança³. Em terceiro lugar, espécies precisam ser dotadas de coesão, entendendo por isso que elas devem possuir um caráter unitário e discreto em relação às outras a cada fração de tempo. A coesão é responsável por manter as unidades de evolução como trajetórias evolutivas singulares. Sem ela, podemos nos perguntar, o que impede que todas as espécies formem uma única unidade de evolução (Hull, 1976, p. 182)? Ora, *taxa* superiores – como gêneros e classes – também são linhagens evolutivas, já que relacionam genealógicamente espécies inteiras e também estão sujeitos à significativa mudança ao longo do tempo. O que os impede de serem tidos como unidades de evolução? A resposta de Hull é uma só: a coesão.

A argumentação de David Hull consiste em apontar que os requisitos supramencionados, por meio dos quais as espécies são consideradas unidades de evolução, são requisitos de individualidade. Como já foi dito, indivíduos são entidades particulares, contínuas e localizadas no espaço-tempo, além de serem dotadas de coesão interna. As-

³ Essa passagem do artigo nos parece obscura. Por um lado, o critério que está em jogo é a potencialidade para o desenvolvimento irrestrito como, por exemplo, estar apto a grandes mudanças genéticas. Por outro lado, esse critério parece basear-se no fato trivial das espécies existirem em uma escala geológica de tempo, ao contrário de níveis organizacionais inferiores. Além disso, a concepção de “desenvolvimento irrestrito” (*open-ended*) exige qualificação, já que pelo menos aos olhos de processos anagéticos ela é vedada.

sim sendo, podemos dizer que a coesão figura na tese do filósofo como (i) uma condição necessária para que espécies cumpram o papel teórico que a Biologia Evolutiva as atribui, ou seja, para que sejam consideradas unidades de evolução (Ereshefsky, 1991, p. 89). Nos parece razoável dizer que a coesão é condição necessária das unidades de evolução porque atua como (ii) elemento individuante dessas unidades em uma perspectiva sincrônica. Sem a coesão não seria possível distinguir as unidades de evolução umas das outras, já que não seria possível delimitar trajetórias evolutivas singulares co-existentes no espaço-tempo. Ao garantir o caráter discreto de cada uma dessas trajetórias, a coesão estabelece parte do que significa para determinada unidade de evolução (e seus componentes) compor uma única e mesma unidade.

Mas *Taxa* superiores careceriam de coesão. Em *Are species really individuals?* (São as espécies de fato indivíduos?), David Hull questiona também o caráter coeso de espécies assexuadas, o que decorre da sua sutil predileção pelo fluxo gênico enquanto mecanismo empírico de coesão. Este mecanismo consiste na troca, transmissão e migração de genes entre populações ao longo de gerações (Ridley, 2006, p. 704). Essa movimentação dos genes tende a uniformizar as populações da mesma espécie, ao que voltaremos nas próximas seções. Interessa-nos por hora apenas constatar que tal mecanismo de coesão exclui organismos assexuados de seu domínio de aplicação. Se nos atermos a ele, portanto, chegaremos à conclusão de que espécies assexuadas não são unidades de evolução, o que ao próprio Hull parecerá problemático mais tarde.

Em *A matter of individuality* (Uma questão de individualidade), David Hull fala de outros dois mecanismos empíricos de coesão, a saber: homeostase e a pressão seletiva comum. Grosso modo, a homeostase é vista como certa estabilidade auto-regulatória surgida no interior dos organismos da mesma espécie (Hull [1978] 2006, p. 370). Essa estabilidade individual faz com que se crie e favoreça certa uniformidade entre os organismos da espécie, de maneira a distingui-los dos membros de outras espécies. Já as pressões seletivas comuns impõem os mesmos regimes ambientais para os organismos de uma mesma espécie e/ou população, favorecendo uma adaptação similar de todos eles. Cria-se também aqui uma uniformidade entre os membros de

mesma espécie. Tanto a homeostase quanto a pressão seletiva comum – às quais também voltaremos nas próximas seções – podem aplicar-se às espécies assexuadas, o que garante a estas o estatuto de unidades de evolução. Não obstante, o mesmo não se aplica aos *taxa* superiores.

Em *Individuality and Selection* (Individualidade e seleção), Hull associa-se a Wiley ao dizer que *taxa* superiores não evoluem enquanto alvos de processos evolutivos que ocorrem irredutivelmente em seus respectivos níveis taxonômicos. A “evolução” desses *taxa* poderia ser reduzida à evolução das espécies (Hull, 1981, p. 328). Assim colocado, o que parece faltar aos *taxa* superiores são mecanismos de coesão capazes de transformá-los em entidades discretas e aptas a terem percursos evolutivos singulares.

Por tudo isso, acreditamos que o conceito de coesão cumpre mais um papel na argumentação de David Hull, a saber: (iii) figura como uma propriedade da *categoria* de espécie, isto é, algo característico do que é para algo ser uma espécie no contexto evolutivo. Ao contrário de categorias taxonômicas superiores, a categoria de espécie compõe-se apenas de entidades (*taxa*) coesas. Isso lhes garante o papel teórico de unidades de evolução e, em última análise, a associação com a categoria ontológica de indivíduos.

3 AMBIGUIDADES CONCEITUAIS

A identificação das funções do conceito de coesão na argumentação de David Hull não impede que esse conceito permaneça razoavelmente obscuro em seu significado. Não é totalmente claro o que significa para uma entidade ser coesa (Ereshefsky, 1991, p. 89), que dirá o que é para uma espécie ser coesa.

De modo geral, entendeu-se que a coesão é um tipo de organização interna de partes de um indivíduo (Hull, 1976, p. 177). Mas qual é o tipo de organização interna em jogo? David Hull rechaça a ideia de que essa organização seja necessariamente uma articulação física/espacial, tomando como exemplo o fato de que certas bactérias são capazes de se dividir e depois se reagrupar sem perder a individualidade no processo (*Ibid.*, 1976, p. 186). Mas então que tipo de princípios governam a coesão de entidades biológicas como organismos e espécies? Qual é a natureza da organização dessas entidades?

Em *Individuality and Selection*, David Hull descreve o processo evolutivo em três níveis e faz a distinção entre dois tipos de coesão. O nível da replicação seria aquele no qual entidades são copiadas e suas estruturas são transmitidas diretamente ao longo de gerações. Essa estrutura precisa se manter razoavelmente intacta, pois senão sequer poderemos falar na distribuição diferencial de *uma mesma estrutura*. As entidades que participam desse processo são genes, genótipos, talvez também organismos e colônias. O importante é que a replicação só ocorre caso as entidades replicadoras possuam uma coesão estrutural para com suas “cópias”, isto é, uma estrutura composicional comum ou bastante similar. Nesse sentido, a organização interna requerida para entidades replicadoras nada mais é que uma certa composição biológica similar durante a replicação. Já o nível da interação compreende entidades que interajam diretamente com o ambiente, de modo a determinar indiretamente a transmissão diferencial dos replicadores. Organismos e colônias, e em alguns casos também populações, são considerados entidades interadoras. A condição para que interajam com o ambiente é que essas entidades constituam entidades funcionais, dado que é apenas por meio da relação de funcionalidade que o ambiente é capaz de atuar causalmente (seletivamente) sobre elas. A distribuição diferencial dos replicadores só ocorrerá se seus portadores, os interadores, exibirem funções⁴. Assim, podemos dizer que a organização própria dos interadores é necessariamente uma *organização funcional*.

David Hull dá a entender que só existem esses dois tipos de coesão: estrutural e funcional (Hull, 1981, p. 314). Não obstante, existiria um terceiro nível evolutivo, tal que seria resultado dos dois anteriores. Esse nível constitui-se da formação de linhagens evolutivas capazes de se alterarem indefinidamente ao longo do tempo. Tais linhagens são exatamente aquilo que, em textos anteriores, Hull denominava unidades de evolução. O importante é que, apesar de entender as linhagens como indivíduos e, portanto, entidades coesas, o filósofo

⁴ No presente texto, utilizamos o termo “função” no sentido dos papéis causais exibidos pelas entidades biológicas e suas propriedades, tais papéis que podem ser analisados por sua decomposição em partes (Sterelny & Griffiths, 1999, p. 223; Cummins, 1975).

não indica qual dos dois tipos de coesão está presente nesse nível, embora um deles necessariamente esteja. Hull mantém sugestão dos artigos anteriores, entendendo que uma das condições necessárias para algo ser uma unidade de evolução é possuir coesão. Isso fica sugerido quando se diz que é o fato de serem unidades de evolução que determina a individualidade das espécies, quando já havia sido dito que indivíduos são “todos” coesas (Hull, 1981, p. 314, 328). Apesar disso, devemos assumir que as unidades de evolução possuem coesão estrutural ou funcional? É interessante que David Hull não deixa dúvidas quanto à coesão presente nas *unidades de seleção*. Desmembradas em replicadores e interadores, tais unidades são necessariamente indivíduos e, portanto, entidades coesas⁵.

Seriam as espécies entidades estruturais ou funcionais? Caso adotemos a primeira opção, somos obrigados a nos distanciar da analogia entre espécies e organismos, dado que estes últimos são paradigmaticamente entidades funcionais. Além disso, uma coesão no nível das espécies que signifique apenas “composição estrutural” soa como um mero critério qualitativo de individuação. Isso porque o que distinguiria cada espécie em termos coesivos nada mais seria do que as características similares que seus organismos possuem. As “cópias” de uma espécie, seus membros, precisariam ser estruturalmente similares. A coesão se converte em similaridade qualitativa, critério que tem sido tradicionalmente associado à concepção de tipos naturais, não de indivíduos.

Consideremos então a outra alternativa. Afinal, espécies podem ser consideradas entidades funcionais? Acreditamos que essa pergunta pode ser melhor colocada tendo em vista a recente distinção entre *coesão responsiva* e *coesão integrativa* (Barker & Wilson, 2010, p. 4). A coesão responsiva ocorre quando os componentes de uma dada entidade respondem de maneira unitária e uniforme a determinadas causas, sem com isso supor que eles estabeleçam relações causais entre si.

⁵ No referido artigo de Hull, é explícita a preocupação em compreender o processo evolutivo através de categorias gerais e neutras (Hull, 1981). Entretanto, é sintomática a dificuldade em se dar peso a certas distinções. O conceito de individualidade, por exemplo, pode-se aplicar tanto a replicadores e interadores (ambos unidades de seleção) quanto à unidades de evolução. A pergunta a ser colocada, a qual ecoará ao final deste texto, é sobre a utilidade teórica de categorias tão amplas.

A resposta unitária da entidade como um “todo” seria o mero produto de ações desencadeadas de maneira isolada nos seus componentes. Por exemplo, quando as células da minha pele reagem de determinada maneira a um longo dia de exposição ao sol quente, elas o fazem sem que se suponha interação causal entre as mesmas (*Ibid.*). A queimadura da minha pele é uma reação causal derivada de reações causais mais básicas nas células individuais que independem umas das outras, ainda que só falemos em “pele” ao supor contiguidade física entre tais células. Em um sentido fraco, podemos então alegar que o conjunto de células exibe algum tipo de funcionalidade, já que responde de maneira uniforme a certos fenômenos e detém certa relação causal com o ambiente. Por sua vez, a *coesão integrativa* seria justamente quando os componentes de uma entidade estão causalmente relacionados e é essa relação que produz unidade e funcionalidade. As partes do corpo humano, por exemplo, interagem de tal maneira a produzir fenômenos complexos dotados de funcionalidade, como as atividades do sistema digestivo ou respiratório. Temos aqui um sentido forte de função, no qual a funcionalidade depende de organizações causais mais ou menos sistêmicas.

Frente a essa distinção, podemos tentar responder qual é o tipo de coesão (funcional) que as espécies possuem. Dado todas as ambiguidades presentes no texto de David Hull, uma estratégia mais promissora para estabelecer o sentido da coesão nas espécies parece ser investigar cada um dos três mecanismos empíricos que – o que é virtualmente unânime – a produzem.

4 MECANISMOS EMPÍRICOS DE COESÃO

Em primeiro lugar, tratemos das chamadas pressões seletivas comuns. Pressões seletivas ocorrem sempre no seio de um nicho ecológico determinado, na medida em que tal nicho estabelece condições ambientais específicas por meio das quais a seleção natural atuará sobre os organismos que o ocupam (Ridley, 2006, p. 381). Organismos que povoam o mesmo nicho sofrem o mesmo tipo de pressão seletiva, ou seja, são alvo de pressões seletivas comuns. Atuando sobre organismos similares, essas pressões favorecem o mesmo tipo de mudança evolutiva e produzem transformações razoavelmente uniformes nos ocupantes do nicho ao longo das gerações. Organismos

similares tenderão a responder de modo similar às mesmas pressões externas. Nesse sentido, as similaridades fenética e genética que decorrem das pressões seletivas comuns não pressupõem relações causais entre os organismos, mas apenas uma resposta comum dos mesmos, além de certa similaridade para isso. Trata-se, pois, de um processo de coesão responsiva. Por fim, vale notar que pressões seletivas comuns são mecanismos extrínsecos de coesão, no sentido de que produzem um constrangimento externo à constituição mesma dos organismos.

Em segundo lugar, temos o chamado mecanismo de homeostase. Esse mecanismo produz a estabilidade genética e fenética entre os membros da espécie (Ereshefsky, 2001, p. 115). Sua base empírica figura na constatação de que há uma constante variação genética nos indivíduos e de que em princípio essa variação pode romper fenótipos bem adaptados. Sendo este o caso, é de se esperar não só que a seleção intente preservar os genótipos que produzam os fenótipos mais bem adaptados, como também os genótipos nos quais a inevitável variação genética não desestabilize a produção do fenótipo bem adaptado. Trata-se de favorecer a resistência genotípica frente ao fluxo constante do material genético. Além disso, é de se esperar que os genótipos selecionados sejam aqueles cujos fenótipos bem adaptados sejam mais resistentes às alterações do ambiente externo. Isso faz com que se crie no nível genético certa tolerância à variação interna e externa, desde que essa variação não seja capaz de produzir mudanças fenotípicas e genotípicas significativas (não-redundantes). A homeostase é um fenômeno autoregulatório que, no âmbito genético, dificultará que tais mudanças significativas ocorram. O fundamental desse mecanismo é que ele atua sob cada genótipo particular e, com isso, não supõe interação nenhuma entre os organismos. A unidade funcional da espécie é resultado da produção da homeostase em cada um de seus membros isoladamente, o que se afigura como um caso de coesão responsiva. Além disso, esse mecanismo pode ser considerado intrínseco, pois seus constrangimentos à espécie surgem na constituição mesma dos organismos.

Pressões seletivas comuns e homeostase são mecanismos de coesão responsiva. Se podemos falar em organização funcional das espécies biológicas, essa organização é a mera resposta ordenada de com-

ponentes da espécie sem pressuposição de interação causal entre eles. Já no caso do fluxo gênico, terceiro mecanismo de coesão envolvido no nosso debate, não é tão claro como definir a natureza da coesão. Foi dito que esse mecanismo consiste na movimentação de genes em uma espécie, seja por migração ou intercruzamento. A seleção natural atua dirigindo essa movimentação, por exemplo, quando ao passar de gerações certos genes se tornam mais proeminentes que outros no interior de populações da espécie. Isso indica uma função básica do fluxo gênico na evolução, a saber: disseminar os genes bem adaptados da espécie em suas diferentes populações (Ereshefsky, 2001, p. 114). Genes que se mostram vantajosos do ponto de vista evolutivo vão ser mantidos e espalhados nas gerações sucessivas da mesma espécie e, por meio de migração, também nas suas populações dispersas no globo. Uma consequência disso é que organismos e populações que tomam parte em um mesmo fluxo gênico tenderão a se assemelhar genética e fenotipicamente com o passar do tempo. Com isso, previne-se a diferenciação e divergência especiatiua entre organismos e populações de mesma espécie. O fluxo gênico figura aqui como uma força contrária à especiação. Outra consequência desse mecanismo seria a de que “o constante remanejamento dos genes induz uma pressão seletiva a favor dos genes que interagem bem com genes de outros locos, para produzir um organismo adaptado” (Ridley, 2006, p. 380). Para serem fixados e disseminados, os genes não podem se mostrar adaptados apenas ao ambiente específico no qual seus respectivos organismos se inserem, mas também aos outros genes que já estão fixados e estão em constante fluxo na população. Um novo gene deve estar *co-adaptado* aos demais. Quanto maior o fluxo de genes, maior a variabilidade genética dentro da população e maior a necessidade de co-adaptação do novo gene (Ereshefsky, 2001, p. 115). Tamanha exigência para sua fixação dificulta a diferenciação e divergência entre organismos e populações sob o mesmo fluxo gênico.

Barker & Wilson entendem que a ideia de que o fluxo gênico é responsável pela coesão integrativa das espécies é a visão aceita (*received view*) entre a maioria dos biólogos. Segundo essa visão, as diversas atuações do fluxo gênico transformam as espécies em entidades integradas (Barker & Wilson, 2010, p. 3). O próprio fato de que o fluxo

gênico impõe pressões seletivas à fixação de novos genes parece ir nessa direção, indicando-nos que os genes possuem interações internas e produzem fenômenos causais (funcionais) *sui generis*. O tipo de pressão seletiva que os conjuntos gênicos impõem e o modo como podem resistir a processos evolutivos, como a especiação, não parecem mero fruto de uma resposta isolada de seus genes.

Dois tipos de problemas gerais acometem a visão aceita. Por um lado, Barker e Wilson deixam claro que as espécies não são entidades integradas (Barker & Wilson, 2010, p. 6). Empiricamente elas não podem ter coesão integrativa através do fluxo gênico por um motivo bem simples: em sua grande maioria, as espécies são compostas por populações geograficamente isoladas e esse isolamento impede qualquer interação genética entre suas populações. Em teoria as migrações podem integrar populações dispersas, mas, na prática, parece temerário dizer que elas são capazes de integrar as populações de uma espécie separadas por grandes distâncias. Assim, o fluxo gênico é capaz de integrar organismos em populações e algumas poucas populações em espécies, mas dificilmente uma espécie pode ser considerada de fato integrada em toda ou mesmo em grande parte de sua extensão. Está pressuposto nessa colocação que a interação causal capaz de integrar espécies por fluxo gênico exige contato físico/espacial.

Por outro lado, mesmo concedendo que em princípio as espécies poderiam ser entidades integradas, é questão empírica discutível se o fluxo gênico seria capaz de explicar por si só a coesão integrativa delas. Dois fatores podem ser levantados contra essa capacidade. Primeiro, o fluxo gênico não pode se aplicar a todas as espécies. Espécies assexuadas não podem possuir fluxo gênico, enquanto muitas espécies sexuadas, embora possam, empiricamente não o possuem (Ereshefsky, 1991, p. 90).

Segundo, quando atuante, muitas vezes o fluxo gênico não é suficiente nem necessário para a integração das espécies. Marc Ridley nota que “uma força seletiva intensa pode manter duas populações diferenciadas, apesar do fluxo gênico” (Ridley, 2006, p. 396). O fluxo gênico não garante por si só que populações se integrem em uma mesma trajetória evolutiva, mas apenas se esse mecanismo se sobressair a forças evolutivas contrárias. Além disso, o biólogo expõe casos onde a ausência de fluxo gênico não implica na diferenciação e espe-

ciação de populações. Isso sugere que, muito embora talvez até possamos falar em certo grau de integração através do fluxo gênico, essa integração pode não bastar para a coesão integrativa das espécies⁶.

As reflexões acima nos levam a crer que o fluxo gênico não seria capaz de produzir *efetivamente* e explicar a coesão integrativa das espécies, mas isso não quer dizer que ele não produza e explique a coesão responsiva. O fluxo gênico promove a similaridade genotípica e fenotípica entre organismos e populações, seja por disseminar genes adaptados ou por dificultar a entrada de novos genes. Ele incita que tais entidades se comportem de maneira unitária, respondendo de maneira organizada e uniforme a certos fenômenos. Esse mecanismo gera *efetivamente* coesão responsiva, tal como os anteriores. Concluímos disso que, sob pena de incoerência com dados empíricos, o conceito de coesão das espécies não é senão mera coesão responsiva. Cabe por fim saber se esse sentido atende aos propósitos de David Hull.

5 A “COESÃO” AJUDA O INDIVIDUALISMO DE DAVID HULL?

Estamos agora em posição de tirar algumas conclusões sobre a relação entre a coesão e a tese de que as espécies são indivíduos. Como vimos, a coesão é uma condição necessária para que entidades sejam unidades de evolução e, em última instância, indivíduos. Sendo essa coesão meramente responsiva, podemos dizer que quaisquer entidades históricas que respondam de maneira unificada a determinados fenômenos evolutivos passam nos critérios de individualidade. Isso faz com que a coesão possa ser propriedade de outras categorias taxonômicas que não apenas as espécies. Marc Ereshefsky vai nessa direção, afirmando que *taxa* superiores às espécies podem apresentar

⁶ A limitação do fluxo gênico traz à tona diversos problemas. Estando no cerne da concepção de “isolamento reprodutivo” presente no conceito biológico de Mayr (1975), o fluxo gênico gera a limitação desse conceito. Daí advém a crítica comum de que tal conceito aplica-se apenas a uma pequena parcela da vida no planeta se considerarmos que a maioria esmagadora dos organismos vivos são assexuados. Parece-nos também que outro problema seria caracterizar a especiação simploriamente como um processo de isolamento reprodutivo, já que muitas vezes a especiação parece desenvolver-se sem tal isolamento.

certo grau desse tipo de coesão (Ereshefsky, 1991, p. 94). O filósofo nota que regimes seletivos comuns muitas vezes envolvem populações de diferentes espécies de um mesmo gênero. Assim, os mesmos fatores seletivos se impõem às diferentes espécies e induzem uma resposta unificada por parte delas, de modo que e o gênero como um todo mostre-se responsivamente coeso. Certamente a coesão entre espécies do mesmo gênero não é tão forte quanto a coesão entre organismos da mesma espécie, já que, em ambos os casos, uma resposta unificada aos fenômenos parece depender do quão similares os componentes do nível taxonômico considerado são. A similaridade que organismos apresentam entre si e que espécies inteiras apresentam entre si é bem diferente. Mas isso não rechaça o argumento, ainda que o mitigue. Ereshefsky quer mostrar que, enquanto falarmos de coesão responsiva, a diferença entre espécies e níveis hierárquicos superiores é de grau, não de tipo (*Id.*, 1991, p. 95). A diferença de similaridade no nível dos organismos e de espécies inteiras é, ainda que grande, uma questão de grau. Isso poderia ser intuitivamente admitido se, tal como o próprio David Hull (1976), aceitarmos que a organização dos *taxa* biológicos é hierárquica e transitiva, o que nos sugeriria então que a uniformidade genética e fenética é uma questão de grau e contamina diferentes níveis hierárquicos em um efeito cascata. Por essa via, os mecanismos de coesão produziriam efeitos em diferentes níveis hierárquicos, de modo que em muitas circunstâncias não seria certo qual o nível de atuação *sui generis* deles. Ficaria difícil dizer até que nível podemos reduzir a atuação desses mecanismos, explicando a similaridade presente nos outros por meio deles⁷.

Essa discussão sugere-nos outro problema. Foi dito que a coesão tem papel individuador para as unidades de evolução. Mas em que medida a coesão responsiva é capaz de individualá-las? Ao menos no caso das espécies e *taxa* superiores a coesão responsiva pressupõe similaridade, já que uma resposta unificada depende – sem que haja interação causal – do fato de que cada componente da entidade reagi-

⁷ O argumento de Ereshefsky não depende do comprometimento com essa visão integrada dos níveis hierárquicos. É importante reconhecer isso, já que permanece em aberto a questão sobre o quão autônomo são os níveis de organização biológica (por exemplo, vide discussões sobre o reducionismo em Brigandt & Love, 2008).

rá de modo similar a um mesmo fenômeno. Esse parece também ser o caso do exemplo oferecido envolvendo a reação das células da pele à exposição excessiva ao sol. Ora, podemos dizer que essa reação celular é unificada na medida em que cada célula responde de modo similar a um mesmo fator externo. No âmbito de espécies e taxa superiores, o caráter individuante da coesão responsiva está ligado à similaridade genotípica e fenotípica, grande parte desta consistindo em *similaridade qualitativa intrínseca*. Se uma das preocupações de David Hull era justamente marcar a diferença entre entidades individuadas por similaridade qualitativa intrínseca e entidades individuadas historicamente, essa diferença não pode ser tão estrita dado que indivíduos são entidades coesas e admitimos que, ao menos no caso das espécies, a coesão possui natureza responsiva.

Agora permito-me um ponto mais geral e especulativo. Se indivíduos possuem coesão responsiva e esta se liga – ao menos em categorias taxonômicas amplas – à similaridade, de que vale falar que indivíduos em geral compõem-se de partes e não de membros? No caso de organismos particulares, por exemplo, é certo que suas partes supõem algum tipo de interação causal mínima (contiguidade física). No caso das espécies, entretanto, essa interação em perspectiva sincrônica nem sequer é possível. A analogia entre organismos e espécies rompe-se justamente na separação entre coesão integrativa e coesão responsiva. Mas será que não se distinguem também nesse ponto as relações parte-todo e membro-tipo? Será que devemos tratar espécies e organismos como entidades igualmente organizadas como parte-todo? Por que forçar essa analogia e desprezar a analogia com *taxa* superiores, ainda considerados em relação a membro-tipo?

O perigo de tratarmos espécies como indivíduos, a despeito de terem apenas coesão responsiva, nada mais é senão o perigo de trivialização dessa categoria ontológica. O preço de considerarmos espécies como indivíduos consiste em ampliar essa categoria ao ponto de, como expõe Ereshefsky, poder estendê-la a outras categorias taxonômicas superiores que os próprios adeptos da tese individualista não admitiriam como indivíduos. Ciente desse perigo, o próprio Ereshefsky junta-se ao coro de outros filósofos da biologia para restringir a categoria de indivíduos apenas para entidades históricas com *coesão integrativa* (Ereshefsky, 1991, p. 97; Ereshefsky, 2001, p. 117). Nessa

acepção, entendemos que espécies e *taxa* superiores não seriam indivíduos, embora o próprio Ereshefsky não o faça. Este filósofo apóia-se na visão aceita, assumindo que aquelas espécies que de fato são alvo de fluxo gênico são integradas. Para aquelas que não são integradas restaria-lhes a alcunha de “entidades históricas”, isto é, de entidades que exibem continuidade no tempo. Como rechaçamos a efetividade da visão aceita, então não podemos aceitar que espécies sexuais alvo de fluxo gênico são integradas. Todas as espécies figuram na mesma categoria ontológica, categoria que, seja qual for seu nome, não pode ser o que Hull entendia por indivíduos.

Alguém poderia objetar, neste ponto, que a disputa tornou-se apenas terminológica. Poderia ser alegado que o contraste que Hull deseja fazer é meramente entre entidades que são históricas (sejam indivíduos ou não) e ahistóricas. Entretanto, nossa suspeita é de que a proposta de Ereshefsky pode revelar algo mais profundo. Trata-se da reflexão sobre até que ponto categorias ontológicas pretensamente amplas – como a de “indivíduos” em David Hull – cumprem o papel explicativo a que foram inicialmente destinadas⁸. Ora, uma análise mais detida do processo evolutivo mostra que as diferentes entidades envolvidas nele possuem requisitos bem divergentes. A opção de Hull

⁸ Na base do nosso trabalho assumimos que a aceitação ou recusa de categorias ontológicas justifica-se em grande parte pelo cumprimento ou não de certas demandas explicativas gerais. Por exemplo, a categoria de “indivíduos” deve ser avaliada na medida em que captura (ou não) o papel teórico das espécies enquanto *unidades de evolução*. Nesse sentido, tal papel teórico é aqui entendido como uma demanda explicativa. Ao buscar satisfazer essa demanda específica, as categorias ontológicas podem oferecer ganhos ou perdas explicativas, no sentido de acomodarem coerentemente outros aspectos relacionados à demanda explicativa. Por exemplo, as dificuldades que a categoria de “indivíduos” apresenta para a compreensão da coesão mostram-se desvantajosas e devem ser contrabalançadas com os ganhos de se pensar unidades de evolução como indivíduos. Esse balanço definiria, por fim, o “poder explicativo” da categoria ontológica. Nesse ponto, pode-se questionar meu uso do vocabulário envolvendo “papel explicativo”, “demanda explicativa”, ganhos ou perdas explicativas” e “poder explicativo”, alegando-se que a explicação é algo a cargo de teorias científicas, não filosóficas. Apesar de aceitar esse questionamento, e também por falta de termo melhor, mantemos aqui o vocabulário em termos de explicação. Suspeitamos ainda que ele nos permite visualizar certa continuidade entre o trabalho filosófico e o científico, como o querem muitas propostas naturalistas. Seja como for, acreditamos que essa discussão não altera a natureza da nossa argumentação.

foi subestimar essa divergência e conceber os três níveis desse processo – replicação, interação e linhagens – como povoados por “indivíduos”. Segundo ele, esse conceito abstrato de indivíduos traria ganhos quanto à compreensão do processo e, em especial, do seu lastro histórico-genealógico. Concordamos com isso. Por outro lado, se analisarmos a coesão associada a esse conceito, seremos obrigados a fazer aquela gama de distinções aqui apresentadas. Toda a divergência entre os replicadores, interadores e linhagens – isto é, genes, genótipos, organismos, colônias, populações, espécies, taxa superiores – reaparece. Somos levados a assumir tipos de coesão diferentes. Com isso, ganha-se em compreensão acerca das modalidades de efeitos unificadores que os diferentes processos evolutivos podem proporcionar em diferentes níveis taxonômicos. Esse é um tipo de ganho explicativo que também não deve ser desprezado, mas sim contrabalançado com o ganho explicativo oferecido pelo conceito amplo de “indivíduos”. Um conceito tão amplo tem como consequência a ser considerada, também, o fato de que tanto unidades de seleção quanto unidades de evolução são concebidas como indivíduos. Essa categoria, portanto, mostra-se inócuo para uma compreensão detalhada dos tipos de níveis envolvidos na evolução.

A pergunta que fica é até que ponto é possível e interessante do ponto de vista explicativo construir uma categoria de “indivíduo” que integre historicidade e coesão. Até que ponto, devemos nos perguntar, o conceito de coesão incorporado a essa categoria é um trunfo à tese de David Hull? As considerações aqui apresentadas nos sugerem que o escrutínio desse conceito leva a um impasse: ou flexibiliza-se a categoria de indivíduos para que esta acomode a responsividade da coesão das espécies, ou restringe-se a categoria, reservando-a a entidades integradas, e abandona-se a tese individualista. Se a restrição e o abandono não são uma opção, o desafio de Hull consiste em argumentar pela relevância explicativa de se acomodar as espécies em uma categoria ontológica tão alargada, apta a englobar todos os demais *taxa*. A proposta do filósofo se coloca sobre uma linha tênue, na qual a generalidade da sua distinção ontológica pode parecer ora como um elemento que ilumina a natureza histórica das espécies, ora obscurece o papel *sui generis* dessas entidades no processo evolutivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, prof. Dr. Túlio Xavier, e meu co-orientador, Prof. Dr. Ernesto Perini. Agradeço ainda ao financiamento do CNPq e, em especial, às contribuições dos pareceristas de *Filosofia e História da Biologia*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARKER, Matthew J.; WILSON, Robert A. Cohesion, gene flow and the nature of species. *Journal of Philosophy*, **57** (2), 2010.⁹
- BRIGANDT, Ingo & LOVE, Alan. Reductionism in Biology. In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Fall 2008 Edition. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/reduction-biology/>>. Acesso em: 11 fevereiro 2011.
- CAPONI, G. La distinción entre lineajes e sistemas: una contribución al entendimiento de la individualidad de los taxones biológicos. *Filosofia e História da Biologia*, **6** (1): 37-47, 2011.
- ERESHEFSKY, Marc. The reality of species and higher taxa. *Philosophy of Science*, **58**: 84-101, 1991.
- . *The poverty of linnaean hierarchy: a philosophical study of biological taxonomy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- . Species. In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Spring 2010 Edition. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/species/>>. Acesso em: 11 fevereiro 2011.
- GHISELIN, Michael T. A radical solution to the species problem. *Systematic Zoology*, **23**: 536-544, 1974.¹⁰
- HULL, David. Are species really individuals? *Systematic Zoology*, **25**: 174-191, 1976.
- . A matter of individuality. [1978]. Pp. 363-386, in: SOBER, Elliott. (Ed.). *Conceptual issues in evolutionary biology*. 3. ed. Cambridge (Massachusetts): MIT Press, 2006.

⁹ Disponível em: <<http://www.arts.ualberta.ca/~raw/CohesionGeneFlow.pdf>>. Acesso em: 13/04/2011.

¹⁰ Disponível em: <<http://mechanism.ucsd.edu/teaching/philbio/readings/ghiselin.radicalsolutionspeciesproblem.1974.pdf>>. Acesso em 13 abril 2011.

- . Individuality and Selection. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **11**: 311-332, 1981.
- MAYR, Ernst. *Evolution and the diversity of life*. Harvard University Press, 1975.
- RIDLEY, M. *Evolução*. Trad. Henrique Ferreira, Luciana Passaglia, Rivo Fischer. São Paulo: Artmed, 2006.
- RUSE, Michael. Biological species: natural kinds, individuals, or what? *The British Journal for the Philosophy of Science*, **38**: 225-242, 1987.
- SOBER, Elliott. Evolution, population thinking, and essentialism. *Philosophy of Science*, **47**: 350-383, 1980.
- . Metaphysical and epistemological issues in modern Darwinian theory. In: HODGE, Jonathan; RADICK, Gregory (eds.) *The Cambridge Companion to Darwin*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- STERELNY, Kim; GRIFFITHS, Paul E. Sex and death: an introduction to philosophy of biology. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- WILSON, Robert A.; BARKER, Matthew J.; BRIGANDT, Ingo. When traditional essentialism fails: biological natural kinds. *Philosophical Topics*, **35** (1-2): 189-215, 2007.¹¹

Data de submissão: 31/10/2011.

Aprovado para publicação: 09/12/2011.

¹¹ Disponível em: <www.ualberta.ca/~brigandt/Essentialism.pdf>. Acesso em: 13 abril 2010.

Mudanças nas práticas de coleta e estudo dos mamíferos a partir do século XVIII

Fernando Dias de Avila-Pires*

Resumo: O autor descreve as influências recíprocas da taxidermia e taxonomia de mamíferos e suas implicações para o estudo da biodiversidade. A partir do século XVIII surgiram, nas residências nobres, os “gabinetes de história natural” destinados a abrigar e exibir coleções de rochas, minerais, plantas e animais raros ou curiosos. A preferência recaía em aves, borboletas e besouros de coloração vistosa e fáceis de serem coletados. Entretanto, as técnicas de conservação disponíveis na época, pouco eficazes, raramente permitiam a preservação das cores e do aspecto natural dos animais. O mesmo problema comprometia as coleções dos museus de história natural. As mudanças ocorridas na conceituação de espécie, especialmente aquelas devidas à aceitação generalizada da teoria da evolução vieram, por sua vez, afetar a organização das coleções museológicas que passaram a representar a gama de variações morfológicas individuais, sexuais, etárias e a diversidade genética existente na natureza.

Palavras-chave: história da taxonomia, história da taxidermia, biodiversidade, variação, mamíferos, coleções museológicas

The changes in the methods of collecting and studying mammals after the XVIIIth Century

Abstract: The author describes the relationships between taxidermy and mammal taxonomy and its impact upon the study of biodiversity. After the XVIIIth Century it became fashionable among the nobility to display collections of rocks, minerals, and selected specimens of curious or rare plants, and animals in “cabinets of natural history”. Birds, butterflies and beetles of distinct coloration and size, easily captured were particularly prized. The

* Departamento de Medicina Tropical, Instituto Oswaldo Cruz. Endereço para correspondência: Rua Bico de Lacre, 79, Cacupé, Florianópolis, SC 88050-150. E-mail: favila@matrix.com.br

techniques and methods of preservation available at the time did not preserve coloration and the natural aspect of mammals and birds. The same problem affected the collections in the natural history museums. Changes introduced into the concept of species, especially those due to the general acceptance of the theory of evolution influenced the organization of the collections of plants and animals, in an attempt to represent the morphological, individual, sexual, age-class and the genetic variability found in nature.

Key words: history of taxonomy, history of taxidermy, biodiversity, variation, mammals, museum collections

1 INTRODUÇÃO

Em sua história social do desenvolvimento da história natural nas Ilhas Britânicas, David Allen (1994) descreveu as influências ditadas por modismos e aquelas permitidas pelos progressos sucessivos na fabricação de instrumentos científicos, sobre a observação, preservação e estudo de exemplares da fauna e da flora, tanto por parte de amadores e diletantes como de zoólogos e botânicos profissionais.

Na Inglaterra, durante o século XVIII, era comum a organização de excursões de coleta e a exibição de rochas, minerais e animais preservados nos salões das residências de indivíduos pertencentes à nobreza e às classes abastadas. A preferência recaía, naturalmente, nas borboletas, besouros e aves, admirados por suas formas e variedade de cores e facilidade de captura. Com exceção dos troféus de caça e da culinária mundial, mamíferos nunca tiveram o apelo popular dos minerais, das aves e de insetos. Pequenos e grandes mamíferos, de hábitos diurnos ou notívagos, são difíceis ou trabalhosos para se observar, capturar e preservar.

As técnicas de conservação disponíveis na época, pouco eficazes, raramente permitiam a preservação das cores e do aspecto natural dos animais. Plantas, por outro lado, conservavam-se com maior facilidade e com menos trabalho. Einar Lönnberg (1865-1942) relatou, em 1926, as dificuldades encontradas pelos curadores de museus no século XVIII, ao descrever as coleções da *Royal Academy of Sciences* na época em que o sueco Carl von Linné (1707-1778) era presidente e que constituíram o núcleo do Museu de História Natural de Estocolmo (Lönnberg, 1926).

Muito esforço era dispendido na manipulação de peles ressecadas de vertebrados trazidas do campo por coletores profissionais ou

amadores, para torná-las maleáveis a ponto de serem moldadas em manequins de madeira e preenchidas com palha, a fim de serem exibidas em museus. O preço do vidro e os impostos e taxas sobre o “espírito de álcool” tornavam difícil à manutenção de animais em meio líquido. O vinho era preferido por desidratar menos as peles de que o álcool, mais concentrado. Além disso, era mais facilmente encontrado, no campo.

Não é objetivo deste artigo traçar uma história da taxidermia, mas tentar correlacionar as mudanças no estilo de preparação de peles e crânios de mamíferos para coleções museológicas com o avanço da sistemática zoológica. A bibliografia sobre técnicas de taxidermia é abundante e os interessados encontrarão informações detalhadas nos trabalhos de Rowley (1925), Pominan (1987), Williams e Hawks (1987) e na coleção do *Journal of the history of collections*, Oxford.

2 TAXIDERMIA

Segundo Pat Morris (comunicação pessoal), a preparação de peles tentando reproduzir o animal em postura natural e a preparação de exemplares de coleções museológicas, ou *museum skins*, coexistiram durante muito tempo. Manuais de preparação foram divulgados desde o século XVIII (Williams e Hawks, 1987; Rogers & Wood, 1989; Schulze-Hagen *et al.*, 2003).

Peter Crowcroft (1991), que trabalhou com Charles Elton (1900-1991) no *Bureau of Animal Population* em Oxford, começou a preparar peles achatadas, apenas com um cartão no interior, para estudar padrões de muda, método que Morris passou a utilizar no Museu Britânico a partir de 1960 (Morris, comunicação pessoal). Uma incisão transversal entre as pernas posteriores permite virar a pele pelo avesso. Um cartão recortado na medida conveniente era introduzido depois de o interior da pele ser tratado com bórax, sabão arsenical ou arsênico em pó. Os dados eram escritos no próprio cartão, na parte que se projeta entre os pés. Uma breve descrição deste método, ligeiramente modificado, foi publicada por Sydney Anderson, do *American Museum of Natural History* (Anderson, 1961).

3 CONCEITOS DE ESPÉCIE E REFLEXO NAS COLEÇÕES

A evolução dos conceitos de taxonomia obrigou a adoção de novos processos de taxidermia que possibilitassem a colocação em gavetas de grande número de exemplares representativos de amostras de populações naturais e de sua variação individual, bem como a preservação de esqueletos e das partes moles, estas em meio líquido. É importante, portanto, conhecer os princípios e métodos adotados no passado, para podermos avaliar em que base as espécies foram sucessivamente descritas ao longo do tempo, pelos autores que nos antecederam.

O conceito tipológico de espécie levava à imitação dos filatelistas na busca de séries completas de *tipos*, ou seja, exemplares típicos, adquiridos por coleta, compra, venda e permuta de duplicatas (Slobodchikoff, 1976; Simpson, 1961, p. 46; Mayr, 1969, p. 67). Pouca importância era atribuída à procedência geográfica dos exemplares, a não ser como evidência e valorização do seu exotismo.

A observação empírica da variação individual dentro das espécies levou o homem, a partir do início dos últimos dez mil anos, a iniciar um trabalho cumulativo de seleção artificial de linhagens domésticas que viria a constituir os primórdios da engenharia genética (Caras, 1997). Entretanto, a interpretação científica da variação individual, que hoje reconhecemos como sendo tanto de natureza fenotípica como genética coube aos primeiros proponentes de uma teoria formal da evolução, juntamente com a descrição de seu processo. Lamarck (1744-1829) atribuía bastante importância à ação das mudanças do meio sobre as modificações que ocorriam nos seres vivos, sendo que, a seu ver, em alguns casos essas modificações eram transmitidas aos descendentes. Charles Darwin (1809-1882), nas edições sucessivas da *Origem das espécies* atribuiu importância maior à seleção natural, o principal meio de modificação das espécies, agindo sobre a variação individual e selecionando as variações que fossem úteis para os indivíduos, que, por sua vez, seriam transmitidas aos seus descendentes.

A preocupação inicial dos naturalistas dos séculos XVIII e XIX com o registro e descrição de exemplos de variação individual mencionada nos catálogos de coleções dos grandes museus de história natural nada tinha a ver, a princípio, com o conceito populacional de

espécie nem com o processo de subespeciação, que seriam introduzidos muito mais tarde (Mayr, 1969, pp. 60-64). Nos catálogos das coleções, após a descrição ou diagnose das espécies, consideradas como *típicas* ou *tipos* eram listados exemplares variantes do holótipo¹, em geral listados em ordem alfabética utilizando letras gregas. Daí encontrarmos diversos exemplares de uma espécie, preservados em diferentes coleções, com a anotação de *tipo* na etiqueta.

Além disso, os exemplares de mamíferos nas antigas coleções de alguns museus, como o *Muséum national d'Histoire naturelle* de Paris, eram partilhados entre departamentos distintos, as peles sendo depositadas no de Zoologia e crânios e esqueletos no de Anatomia, onde ainda se encontram. Em muitos exemplares, a numeração das peles difere da dos crânios e os dados originais se perderam ou foram descartados. Certos coletores não extraíam o crânio, que muitas vezes permanecia mutilado nas peles montadas para exposição. O preparador conservava a face ou rosto e parte da caixa craniana, desprezando a região occipital.

Nos Estados Unidos, Spencer Fullerton Baird (1823-1887) descreveu as coleções da *Smithsonian Institution* na metade do século XIX:

Como o objetivo da instituição [Smithsonian] ao organizar suas coleções não é apenas o de reunir as diferentes espécies, mas também o de determinar sua distribuição geográfica, torna-se importante possuir séries tão grandes quanto praticável de cada localidade. [...] O número de espécimens a serem obtidos dependerá, é claro, de suas dimensões e da diversidade de forma ou condição relativa às distintas características de idade, sexo ou sazonalidade. Ao obter espécimens de qualquer espécie é importante registrar, com a maior precisão, as localidades onde foram encontrados. (Baird, 1852, p. 5)

A constatação de que a variação intraespecífica é um fenômeno natural e comum deve-se a Darwin e Alfred Russel Wallace (1823-1913) e constitui um dos pontos fundamentais da teoria da seleção natural.

¹ Exemplar assim designado pelo autor do nome de uma espécie ou subespécie, na descrição original.

Wallace discutiu longamente a questão da variabilidade individual nas espécies encontradas na natureza. Ao explicar a teoria da seleção natural indagou:

Por que alguns [indivíduos] sobrevivem e não outros? Se todos os indivíduos de cada espécie fossem idênticos em todos os aspectos, nós poderíamos apenas dizer que é obra do acaso. Porém, eles não são idênticos. Constatamos que eles variam de muitas maneiras diferentes. Alguns são mais fortes, alguns mais rápidos, outros de constituição mais robusta, alguns mais espertos. (Wallace, 1889, p. 41)

E é claro que o próprio Sr. Darwin não reconheceu de todo a enorme variabilidade que realmente existe. (Wallace, 1889, p. 82)

Darwin, por sua vez, consagrou alguns anos de pesquisa ao estudo da variação e da seleção artificial de linhagens dos animais domésticos, publicando uma obra em dois volumes sobre o assunto (Darwin, 1868).

Na passagem do século XVIII para o século XIX, Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855) deu importantes contribuições para a teoria e cálculo de probabilidades. Primo de Darwin por parte de mãe, Francis Galton (1822-1911) foi o fundador da escola biometricista, que aplicava métodos estatísticos ao estudo da hereditariedade e evolução e foi desenvolvida pelo matemático e estatístico Karl Pearson (1857-1936) e o biólogo Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906). No final do século XIX, os biometricistas estudaram principalmente características que variavam de forma contínua como a estatura em humanos, por exemplo. Já na década de 1830 havia autores que atribuíam importância à distribuição geográfica dos animais e plantas como Charles Lyell (1797-1875) ou o próprio Darwin (Carmine, 1993, p. 705; Carmo, 2011, cap. 3).

Um dos mais destacados viajantes que percorreram a Amazônia Brasileira (1848-1852), Wallace teria mais tarde seu nome ligado à zoogeografia e à teoria da evolução por seleção natural. Ao propor a divisão da Amazônia em quatro *Distritos zoogeográficos* (Avila-Pires, 1974), Wallace destacou que:

Durante minha estada no Distrito Amazônico aproveitei todas as oportunidades para determinar os limites das espécies e logo verifiquei que o Amazonas, o Rio Negro e o Madeira constituíam os limi-

tes além dos quais certas espécies nunca passaram. Os caçadores nativos estão perfeitamente ao par deste fato, e sempre atravessam o rio quando querem obter certos animais, que são encontrados até mesmo em uma das margens do rio, mas, de maneira alguma, na outra. Ao se aproximar da nascente dos rios eles deixam de constituir uma barreira e a maioria das espécies ocorrem em ambos os lados. [...] Ao subir o Rio Negro, a diferença entre as duas margens é muito evidente. (Wallace, 1852, p. 110)

Wallace discutiu o problema da variação natural e descartou a herança de caracteres adquiridos pelo uso e desuso (Wallace, 1855, p. 188). Em 1858, Wallace enviou a famosa carta a Darwin, que provocou a imediata preparação da comunicação conjunta apresentada no mesmo ano à *Linnean Society* sobre o papel da seleção natural como mecanismo da evolução biológica (Darwin e Wallace, 1858).

Posteriormente, Wallace retomou o tema, aprofundando a discussão sobre a variação natural, agora no sentido de corroborar a teoria da seleção natural. Wallace reforçou os argumentos em favor do registro e análise da variação natural e a importância de sua representação nas coleções museológicas, como veremos mais adiante (Wallace, 1889, p. 41).

Louiz Agassiz (1807-1873), suíço, naturalizado norteamericano e fundador do *Museum of Comparative Zoology* da Universidade de Harvard, em Cambridge/MA, também visitou a Amazônia. Ao contrário de Wallace, era fixista convicto. Cinco anos antes de morrer, Agassiz escrevera a Sir Philip Grey Egerton (1806-1881) uma carta enviada de Cambridge, Massachussets, em 26 de março de 1867, a respeito do transformismo, que então tomava vulto: “Meus recentes estudos tornaram-me mais adverso do que nunca às novas doutrinas científicas que estão florescendo na Inglaterra” (Agassiz, 1885, p. 177). Em seu último trabalho, publicado após sua morte, negou a evolução orgânica, em uma derradeira tentativa de oposição à revolução que se operava na biologia e para a qual, entretanto, paradoxalmente muito contribuiu (Avila-Pires, 1965a).

Agassiz preocupou-se, entretanto, com o problema da distribuição geográfica das espécies. Assim, na terceira palestra que fez a bordo do navio que trazia os componentes da expedição ao Brasil (Thayer-Agassiz Expedition, 1865-1866), dentre os quais se encontrava o

ornitólogo e mastozoólogo J. A. Allen, Agassiz destacou os objetivos da viagem:

O nosso primeiro passo nessas questões deve ser determinar exatamente a distribuição geográfica das plantas e animais atuais. [...] Cincoenta anos atrás, precisar exatamente o local donde um dado animal provinha parecia uma coisa absolutamente sem importância para a história científica desse animal. Não se percebera ainda a ligação desse fato com o problema das origens. Dizer que um espécimen provinha da América do Sul era então tido como suficiente e especificar se vinha do Brasil ou do Prata, do São Francisco ou do Amazonas, parecia um luxo para o observador. No Museu de Paris, por exemplo, muitos exemplares estão como vindos de Nova-York ou do Pará; mas tudo o que se pode afirmar é que foram trazidos por um navio que partiu de um desses portos. [...] Portanto, caros amigos que me acompanham nesta expedição, cuidemos em que a cada espécimen se junte uma etiqueta em condições de chegar com segurança a Cambridge, lembrando o local e a data do achado. [...] É fácil de compreender quanto importa determinar os limites ocupados pela espécie, e a influência desse resultado sobre o grande problema das origens. (Agassiz, 1938, pp. 25-26)

O impacto da teoria da evolução, mesmo depois de sua ampla aceitação tardou a introduzir mudanças na prática rotineira da taxonomia, especialmente no que se refere às reconstruções filogenéticas (Mayr, 1969, p. 64).

Reinhold Hensel foi professor de História Natural na Universidade de Berlim até 1860. Viajou ao Brasil em 1863, onde permaneceu até 1865 estudando a fauna de mamíferos do Rio Grande do Sul e descrevendo ou mencionando 89 espécies (Avila-Pires, 1987). Uma notícia sobre sua expedição foi publicada em um periódico editado pela Academia de Ciências de Berlim (Martens, 1882, pp. 19-21).

Hensel ressaltou a importância da anatomia, especialmente do crânio, para a sistemática de mamíferos. Os trechos de seu trabalho publicado em 1872 (e distribuído em 1873) abaixo citados foram traduzidos (de forma literal) para o português por Friederich W. Sommer, palinologista do Departamento Nacional de Produção Mineral, por solicitação de João Moojen, do Museu Nacional. Reproduzi as observações de Hensel sobre taxonomia de mamíferos em virtude de sua importância histórica na elucidação dos métodos de preserva-

ção de espécimes destinados às coleções museológicas. Hensel destacou a importância, para a sistemática, do conjunto da obra de Georges Cuvier, fundador da anatomia comparada,

Agradecemos a G. Cuvier a fundamentação dos gêneros pelos indícios da osteologia. Seus esforços, entretanto, em conseguir os mesmos fundamentos para as espécies não puderam ser escritos com um sucesso satisfatório. Para tal, há necessidade de um tão rico material que nem naquela época e ainda até os dias de hoje é oferecido. O futuro deve reservar aos zoólogos o meio de outorgar, também às espécies dos mamíferos a identificação através do esqueleto e, na verdade, especialmente poder reconduzir ao crânio. O princípio para os trabalhos futuros a serem desenvolvidos na área dos mamíferos deve dizer: o crânio é o animal! Ou [...] os mamíferos devem ser assim tratados como se o crânio fosse o animal. [...] Um aproveitamento científico disto, com a finalidade de delimitar as espécies é contrariamente te ainda considerado como exceção. (Hensel, 1872, p. 1)

Hensel passou, a seguir, a relacionar os tipos de variações etárias, sexuais e individuais observadas nos crânios. Chamou a atenção para o fato, atualmente evidente, de que:

As modificações que no crânio aparecem como consequência da idade são tão importantes que só deveríamos comparar crânios de idades próximas [...]. A não observação desta precaução, especialmente pela orientação insuficiente do autor, já ocasionou muitas vezes erros que, mesmo quando mais tarde reconhecidos e refutados, terão que continuar sempre como pesos mortos na literatura. (Hensel, 1872, p. 2)

Hensel relacionou os problemas causados pela comparação de crânios de exemplares de sexos diferentes e como, em certos grupos, pode-se identificar, com segurança, o sexo do animal. Além disso, demonstrou como:

Uma observação de todas as ordens de tais crânios, como eu os coletei, poderia bem ser apropriada para chamar a atenção de todos aqueles que têm tendências para criar novas espécies naquelas mínimas diferenças na construção do crânio. [...] Os mais perigosos, entretanto, para a sistemática, porque são os mais difíceis de se evitar, são aqueles erros provenientes de uma avaliação insuficiente das fronteiras das variações individuais. (Hensel, 1872, p. 2)

Quanto às medidas então utilizadas, comentou:

Há muito tempo já se mede o comprimento do crânio, porém até agora faltava-nos um certo princípio para sua constatação. Normalmente se mede o comprimento ao longo da linha mediana, isto é, a distância do ponto mais anterior dos intermaxilares até o ponto mais posterior da cabeça e isso é considerado seu comprimento. (Hensel, 1872, p. 4)

Hensel questionou o valor taxonômico desta medida, em virtude da presença comum de um espinho occipital longo, que faz com que dois crânios apresentem igual medida, tendo um a caixa craniana menor, porém uma crista occipital maior. Propôs, em troca, a medida de uma linha que vá da:

[...] margem anterior do forame occipital magno até a parte final central do extremo do nasal. [...] Longos anos de trabalho neste campo me convenceram que uma linha partindo da borda inferior do foramen occipital magno até a borda posterior dos alvéolos de um dos dois incisivos centrais, melhor expressa o que se pode exigir num comprimento do crânio. Chamo esta linha de comprimento basilar. [...] Poderíamos estar em dúvida a quem se dar preferência, se não é a borda anterior dos alvéolos dos dentes incisivos ou o final dos intermaxilares anteriores, o ponto final do comprimento basilar. (Hensel, 1872, p. 4)

Hensel abordou, ainda, a questão da representatividade das amostras, apoiando-se, sem o mencionar, na distribuição prevista pela curva de Gauss, publicada no início do século XIX:

Pode aqui ser lançada a pergunta de que tamanho deve ser amostra de crânios-indivíduos a serem medidos para a determinação do crânio normal. [...] Depois de um determinado número de medições, em pouco tempo se obterá a maioria para o comprimento basilar. A partir daí o número de casos para ambos os lados será diminuído, até que se expresse o máximo e o mínimo para cada caso. (Hensel, 1872, p. 6)

Reconheceu que cada faixa etária tem seu próprio crânio normal, mas a descrição das espécies deveria basear-se nas medidas de crânios completamente desenvolvidos. Passou então, a discutir os problemas relacionados ao desenvolvimento dos crânios dos mamíferos, especi-

almente o fechamento das suturas e na ossificação progressiva do esqueleto. Informações importantes sobre seus métodos de coleta são dadas, o que raramente acontece com outros autores:

Desta visão resumida da importância do crânio para a sistemática, se deixa facilmente tirar os princípios que me orientaram na coleta dos mamíferos durante minha viagem. Sobre a conservação do pelo para posterior empalhamento, desisti. Só foram guardados quando necessários para a determinação de espécimens incertos e quando eu os queria para juntar aos esqueletos da minha coleção. Pequenos espécimens foram conservados em álcool. Os esqueletos de cada espécie foram coletados, quando possível, de diversos indivíduos machos e fêmeas. Porém, o maior valor dei ao crânio, pelo qual me esforcei em conseguir uma grande quantidade dos mesmos e se possível de diversas faixas etárias. [...] Nem é necessário chamar a atenção que em tão completo material também o conhecimento da dentadura foi bastante analisado, porque esta, nas diferentes faixas etárias, apresenta diversos graus de desgaste”. (Hensel, 1872, p. 6)

Hensel discutiu, ainda, o grau de precisão que se deve utilizar, dependendo do tamanho dos crânios e registrou que podia distinguir distâncias separadas por meio milímetro.

Outro testemunho importante sobre a natureza das coleções museológicas foi registrado por Joel Asaph Allen que, ainda jovem, procurou ao *Museum of Comparative Zoology*, Harvard University, então dirigido por Louis Agassiz, com a intenção de dedicar-se à ornitologia. Já havia reunido uma coleção particular de aves, cuja venda permitiu que se estabelecesse em Cambridge. Em 1863, descreveu o que encontrou em Harvard:

A coleção de aves consistia, naquela época, de centenas de peles (possivelmente mil ou duas mil, todas da América do Norte) e milhares em álcool, quase todas não catalogadas e os exemplares em álcool não identificados. (Allen, 1916, pp. 33-34)

Allen acompanhou Agassiz em sua expedição ao Brasil. Durante a viagem de regresso, por terra, partindo do Rio de Janeiro para o nordeste, ele comentou:

[...] oito aimais [de carga] foram necessários para o transporte de minhas coleções. [...] Elas incluíam várias caixas de peles de aves e ma-

míferos, moluscos e espécimens geológicos, além de seis ou oito barris com peixes, répteis e outros vertebrados em álcool. (Allen, 1916, p. 16)

Em 1 de maio de 1885, Allen assumiu o posto de curador do departamento de Ornitologia e Mamalogia do *American Museum of Natural History*, em New York. Uma das primeiras coleções adquiridas pelo museu, que fora fundado em 1869 foi a do Príncipe Maximilian zu Wied Neuwied, reunida em uma expedição ao Brasil (Avila-Pires, 1965b).

A coleção de mamíferos consistia, então, de cerca de 1000 peles montadas e 300 esqueletos montados, todos em exibição nas salas da exposição pública. Não havia sequer um núcleo de coleções de pesquisa. A coleção de aves totalizava cerca de 10000 peles montadas e várias centenas de esqueletos montados, todos em exposição e cerca de 3000 peles não montadas, constituindo o início de uma coleção de estudo. (Allen, 1916, p. 37)

Na Inglaterra, em 1889, Wallace comentava as críticas levantadas contra a teoria da seleção natural:

Sempre se considerou uma fraqueza no trabalho de Darwin ter ele baseado sua teoria principalmente nas evidências da variação em animais domésticos e em plantas cultivadas. Eu busquei estabelecer uma fundamentação firme para a teoria na variação dos organismos na natureza. (Wallace, 1889, p. vi)

Foi somente depois que Mr. Darwin demonstrou sua importância que as variedades começaram a ser sistematicamente coletadas e registradas e, mesmo agora, poucos coletores e estudiosos lhes atribuem a atenção que merecem. Para os antigos naturalistas, na verdade, as variedades – especialmente se numerosas, pequenas ou de ocorrência frequente – eram vistas como um verdadeiro problema porque tornavam quase impossível a definição precisa das espécies, então considerada como o principal objetivo da sistemática. Era, então, costumeiro descrever o que se supunha ser a “forma típica” em suas coleções. Atualmente, entretanto, uma coleção é valorizada na proporção em que encerra espécimens ilustrativos de todas as variações que ocorrem em cada espécie. (Wallace, 1889, p. 41)

Wallace descreveu e representou, em gráficos, variações constatadas em medidas de séries de exemplares de vários grupos zoológicos (Fig. 1).

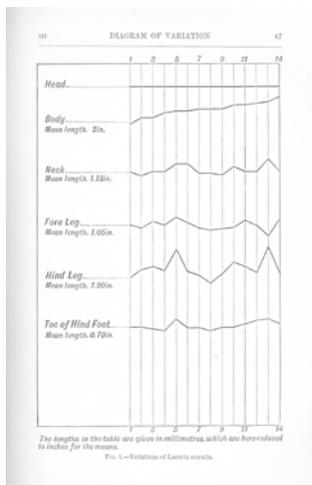


Fig. 1. Wallace (1889, p. 47). Variação e medidas de *Lacerta muralis*.

Wallace mencionou, ainda, a esse respeito, um manuscrito inédito de Darwin, que consultou por intermédio de Francis Darwin, no qual há uma referência a um artigo publicado por Milne Edwards nos *Annales des Sciences Naturelles*, série 1, número 16, página 50, no qual aparece uma tabela de medidas de 14 espécimes de *Lacerta muralis*.

Como a tabela de medidas referida acima não permite uma concepção clara da natureza e da quantidade de variação sem um estudo laborioso e a comparação de dados numéricos, procurei encontrar um método para representar os fatos de maneira visual, para que eles sejam facilmente entendidos e avaliados. No diagrama oposto, as variações comparadas dos diferentes órgãos desta espécie são apresentadas por meio das linhas quebradas. (Wallace, 1889, p. 46)

No início do século XX, Oldfield Thomas propôs, finalmente, uniformizar a nomenclatura e as medidas que deveriam ser adotadas pelos mastozoólogos, uma vez que distintos autores usavam os mesmos termos com sentidos diferentes (Thomas, 1905).

No século XX, firmou-se o conceito populacional de espécie. Desenvolveu-se paralelamente o estudo da genética e da ecologia de populações.

Na década de 1960, a técnica do *freeze-drying* veio alterar, profundamente, os métodos de preparação de peles para exposição em museus (Meryman, 1960).

Entretanto, cada vez mais, as pesquisas em parasitologia, citogenética e biologia celular e molecular, bem como as técnicas de análise de cromossomos e de DNA, dependem da correta identificação taxonômica e dos testemunhos guardados nas coleções dos museus.

AGRADECIMENTOS

Sou grato pelas informações recebidas de David Allen, autor de *The Naturalist in Britain*, que possibilitou meu contato com Pat Morris ex-professor e pesquisador do *Department of Zoology, Royal Holloway College, University of London*, especialista em história da taxidermia. A este, agradeço pelo esclarecimento de várias dúvidas que eu tinha a respeito do tema. Sem a colaboração de ambos, este trabalho não seria possível.

A João A. de Oliveira, do Museu Nacional, Rio de Janeiro, pelas valiosas informações e auxílio na obtenção de bibliografia sobre o tema.

Aprendi taxidermia com meu professor João Moojen e com Carlos Lako, taxidermista e osteologista do Museu Nacional, cujos ensinamentos práticos e teóricos não se aprendiam na escola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGASSIZ, Elizabeth Cabot Cary (ed.). *Louis agassiz: his life and correspondence*. Boston: Houghton, Mifflin and Co., 1885.
- AGASSIZ, Louis; AGASSIZ, Elizabeth Cabot Cary. *Viagem ao Brasil (1865-1866)*. São Paulo: Nacional, 1938.
- ALLEN, David. *The naturalist in Britain: a social history*. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- ALLEN, Joel Asaph. *Autobiographical notes and a bibliography of the scientific publications of Joel Asaph Allen*. New York: The American Museum of Natural History, 1916.
- ANDERSON, Sidney. A new method of preparing lagomorph skins.

- Journal of Mammalogy*, **42** (3): 409-410, 1961.
- AVILA-PIRES, Fernando Dias. A contribuição de Louis Agassiz à biologia. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro*, **9** (2): 17-21, 1965 (a).
- AVILA-PIRES, Fernando Dias. Type specimens of Brazilian mammals collected by Prince Maximilian zu Wied. *American Museum Novitates*, **2209**: 1-21, 1965 (b).
- AVILA-PIRES, Fernando Dias. Caracterização zoogeográfica da Província Amazônica. I - Expedições científicas na Amazônia Brasileira. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **46** (1): 133-158, 1974.
- AVILA-PIRES, Fernando Dias. Introdução à mastozoologia do Brasil meridional. *Revista Brasileira de Zoologia*, **4** (2): 115-128, 1987.
- BAIRD, Spencer Fullerton. *Directions for collecting, preserving, and transporting specimens of natural history*. Washington: Smithsonian Institution, 1852.
- CARAS, Roger. *A perfect harmony: the intertwining lives of animals and humans throughout history*. New York: Fireside, 1997.
- CAMERINE, Jane R. Evolution, biogeography and maps: an early history of Wallace's line. *Isis*, **84** (4): 700-727, 1993.
- CARMO, Viviane Arruda do. Episódios de história da biologia e o ensino da ciência: as contribuições de Alfred Russel Wallace. São Paulo, 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- CROWCROFT, Peter. *Elton's ecologists: a history of the Bureau of Animal Populations*. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.
- DARWIN, Charles Robert. *The variation of animals and plants under domestication*. London : John Murray, 1868. 2 vols.
- DARWIN, Charles Robert; WALLACE, Alfred Russel. *Evolution by natural selection*. Cambridge University Press, 1958.
- HENSEL, Reinhold. *Beiträge zur Kenntniss der Säugethiere Süd-Brasiliens*. Berlin: Buchdruckerei der Königlichen Akademie der Wissenschaften, 1872 (1873).²
- LÖNNBERG, Einar. The ornithological collection of the Natural

² Disponível em: <<http://www.archive.org/details/beitrgezurkenn00hens>>. Acesso em: 08 julho 2011.

- History Museum in Stockholm. *The Auk*, **43** (4): 434-446, 1926.
- MARTENS, E. v. Reinhold Hensel. *Leopoldina*, **18**: 19-21, 1882.
- MAYR, Ernst. *Principles of systematic zoology*. New York: McGraw Hill, 1969.
- MERYMAN, Harold. The preparation of biological museum specimens by freeze-drying. *Curator*, **3** (1): 19, 1960.
- POMINAN, Krzysztof. *Collectionneurs, amateurs et curieux*. Paris: Gallimard, 1987.
- ROGERS, Stephen; WOOD, Scott. *Notes from a workshop on bird specimen preparation: held at the Carnegie Museum of Natural History*. Pittsburgh: Carnegie Museum of Natural History, 1989.
- ROWLEY, John. *Taxidermy and museum exhibition*. New York: Appleton, 1925.
- SCHULZE-HAGEN, Karl; STEINHEIMER, Frank; KINZELBACH, Ragnar; GASSER, Christoph. Avian taxidermy in Europe from the Middle Ages to the Renaissance. *Journal of Ornithology*, **144** (4): 459-478, 2003.
- SIMPSON, George Gailord. *Principles of animal taxonomy*. New York: Columbia University Press, 1961.
- SLOBODCHIKOFF, Constantine (ed.). *Concepts of species*. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross, 1976.
- THOMAS, Oldfield. Suggestions for the nomenclature of the cranial length measurements and of the cheek-teeth of mammals. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **18**: 191-196, 1905.
- WALLACE, Alfred Russel. On the monkeys of the Amazon. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **20**: 107-110, 1852.
- WALLACE, Alfred Russel. On the law which has regulated the introduction of new species. *Annals and Magazine of Natural History*, **16** (2nd.s): 184-196, 1855.
- WALLACE, Alfred Russel. *Darwinism*. London: Macmillan, 1889.

Data de submissão: 27/06/2011.

Aprovado para publicação: 28/09/2011.

As pesquisas de Lazzaro Spallanzani sobre o fenômeno de entorpecimento e dor causado pelos torpedos

Gerda Maisa Jensen *
Maria Elice Brzezinski Prestes ^f

Resumo: Este trabalho discute os estudos do naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) acerca do fenômeno de entorpecimento e dor causado por um tipo de raia chamada torpedo. O contexto desses estudos será indicado pelas contribuições de estudiosos antecessores e contemporâneos de Spallanzani, cujas explicações para o fenômeno oscilaram entre causas mecânicas e elétricas, conforme conhecimentos da época. Como o tema da eletricidade era objeto de diversos estudos naquele século, o artigo traz uma breve apresentação das principais propriedades elétricas então conhecidas e das ideias sobre a sua natureza. A partir da leitura de obras de alguns contemporâneos, como Michel Adanson (1727-1806), John Walsh (1726-1795) e John Hunter (1737-1821), defensores da hipótese elétrica, Spallanzani investigou o tema em viagem ao Mar Adriático. Ali teve oportunidade de realizar suas próprias observações e experiências com os torpedos, concluindo pela adoção da hipótese elétrica. Ao final do artigo, são indicadas as dificuldades para o estabelecimento da relação entre os fenômenos da eletricidade e o funcionamento desses peixes que não permitiram o desfecho da

* Estudante de doutorado do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Biociências/Genética e Biologia Evolutiva da Universidade de São Paulo, membro do Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino (HBE). Alameda Terras Altas nº 35 ap. 81A, Santana de Parnaíba, São Paulo, CEP 06544-515. E-mail: maisaj@ib.usp.br

^f Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Líder do Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino (HBE), membro do Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências (GHTEC). Cidade Universitária, Rua do Matão 277, sala 317A, São Paulo, São Paulo, CEP 05508-090. E-mail: eprestes@ib.usp.br

questão e levaram a novos estudos ao longo dos 50 anos seguintes.

Palavras-chave: história da fisiologia; peixe elétrico; eletricidade; Spallanzani, Lazzaro

Lazzaro Spallanzani's researches on the phenomena of pain and numbness caused by torpedoes

Abstract: This paper discusses the studies developed by the Italian naturalist Lazzaro Spallanzani (1729-1799) concerning the phenomenon of numbness and pain caused by a fish named torpedo. The context of these studies is pointed out through the contributions made by Spallanzani's predecessors and contemporaries who explained those phenomena appealing to whether mechanical or electrical causes, according to the knowledge of that time. Since electricity was subject of several studies in that century, the present article provides a brief overview of the knowledge concerning the main electrical properties known at that time. Reading the works of some contemporary authors such as Michel Adanson (1727-1806), John Walsh (1726-1795) and John Hunter (1737-1821), defenders of the electrical hypothesis, Spallanzani was led to investigate the issue during a journey to the Adriatic Sea. He had the opportunity to make their own observations and experiences with torpedoes which led him to adopt the electrical hypothesis. The article points out the difficulties in establishing the relationship between the phenomena of electricity and the fish physiology. Such difficulties did not allow the outcome of the issue and motivated further studies in the next 50 years.

Key-words: history of physiology; electric fish; electricity; Spallanzani, Lazzaro

1 INTRODUÇÃO

O naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) dedicou-se ao estudo de diversos temas relacionados à História Natural da época. Publicou trabalhos sobre o funcionamento dos seres vivos e sobre fósseis, sobre temas de mineralogia, hidrografia e química. A pesquisa que realizou projetou seu nome na Itália e na Europa, levando-o a obter um posto na Universidade de Pavia, em 1769, para fundar a disciplina de História Natural e dirigir a implantação de um Museu de História Natural (Vaccari, 1957, p. 177).

Concebido com finalidades científicas e educacionais, o museu sinalizou a renovação do método de ensino na Universidade, pelo uso de exemplares do acervo em aulas práticas. O acervo de vegetais,

animais, minerais e fósseis foi enriquecido ao longo do tempo com doações e compra de coleções particulares, assim como com coletas realizadas pelo próprio Spallanzani, em suas viagens naturalísticas. O Museu, que em 1780 contava com 24 mil exemplares, veio a ser famoso e inspirou os versos do poeta e matemático Lorenzo Mascheroni (1750-1800) intitulados *Invito a Lesbia Cidonia*¹ (Università di Pavia, *I Musei*).

Além de coletar espécimes, Spallanzani também aproveitava as viagens para realizar estudos experimentais, dentre os quais, sobre o torpedo². O peixe chamou-lhe a atenção devido ao fenômeno de entorpecimento e dor que causa no ser humano que o toca, assim como a paralisia ocasionada sobre os animais que lhe servem de presa. Estudiosos da época haviam lançado algumas hipóteses sobre o fenômeno, como será visto em maior detalhe na próxima seção deste artigo. Por constituírem explicações díspares e por considerá-las insatisfatórias, Spallanzani decidiu empreender estudos próprios.

O naturalista deixou os registros de seus estudos sobre o torpedo nos manuscritos dos diários de viagens realizadas entre 1782 e 1784 no Mar Mediterrâneo e no Mar Adriático. Esse material foi apenas recentemente publicado, como parte da obra que esteve nos planos Spallanzani com o título *Storia naturale del mare* (História natural do mar) (Spallanzani, 2000). Porém, na época Spallanzani publicou uma carta escrita em 23 de fevereiro de 1783, contendo o resumo de suas observações, e endereçada ao diplomata da corte da Imperatriz Maria Teresa, Marquês Girolamo Lucchesini (1751-1825). A carta apareceu em dois periódicos italianos destinados à publicação de achados científicos, o *Opusculi Scelti sulle Scienze e sulle Arti* e o *Giornale de'Letterati*, assim como em um periódico alemão, *Magazin für das Neueste aus der Physik* etc³.

¹ Convite a Lesbia Cidonia, pseudônimo da poetisa italiana Condessa Paolina Secco Suardo Grismondi (1746-1801).

² *Raja torpedo* Linnaeus (Linné, 1767, p. 395). Atualmente *Torpedo torpedo* (Froese & Pauly). O torpedo é um peixe de habitat marinho, encontrado no Mar Mediterrâneo e Leste do Atlântico, desde a Baía Biscaia até Angola (Froese & Pauly).

³ Outra publicação da carta ocorreu no volume 3 de *Le opere di Lazzaro Spallanzani*, editada por Filippo Bottazzi e M. L. Patrizi, em Milão (1932-1936).

Esta pesquisa analisa a carta a Lucchesini comparativamente a trechos do diário da viagem a Rimino e Chioggia, de 02 de setembro a 09 de outubro de 1782. O objetivo do trabalho é indicar de que modo as observações de Spallanzani o levaram a se posicionar em relação às explicações da época. Para isso, após uma breve menção aos conhecimentos da Antiguidade sobre o torpedo, será feita uma análise de outros estudos da época, especialmente dos que foram diretamente referidos por Spallanzani, tanto sobre o torpedo quanto às concepções de eletricidade.

2 ESTUDOS MECÂNICOS SOBRE O TORPEDO

No diálogo entre Ménon e Sócrates, Platão (428-348 a.C.) dá testemunho de que a existência de peixes que causam choque quando tocados era bem conhecida dos gregos. Nesse diálogo, o personagem Ménon chegou a comparar Sócrates com o torpedo, dizendo que ele, assim como o peixe, entorpecia e paralisava o adversário com suas perguntas e comentários (Platão, 1923, 248-80b).

O médico romano Claudio Galeno (129-200 d.C.) também escreveu a respeito do torpedo. Ele considerava que havia uma similaridade entre o efeito causado pelo peixe, o entorpecimento, e o caráter frio de seus corpos, e chamou-o de “gélido veneno” (Piccolino, 2003, p. 14). O membro da *Royal Society* John Walsh (1725-1795) relatou que *torpedo nigra* (torpedo negro) teria sido utilizado por Scribonius Largus⁴ para diminuir as dores de cabeça e a gota (Walsh, 1774, p. 472).

Diversas obras do século XV continham ilustrações de torpedos, como pode ser visto nas de Pierre Belon (1517-1564), Guillaume Rondelet (1507-1566), Konrad Gessner (1516-1565), Ulisses Aldrovandi (1522-1605) (Koehler, Finger e Piccolino, 2009, p. 722).

No século XVII, alguns naturalistas ofereceram testemunhos da veracidade do fenômeno manifesto pelo peixe e passaram a observar, descrever e ilustrar tanto a anatomia externa quanto interna dos torpedos. Além disso, alguns autores também se dedicaram a explicar a

⁴ Scribonius escreveu isso em *Compositiones*, de cerca de 47 a. C., sob o império de Claudius em Roma.

origem do choque que esses peixes causavam nas presas e em seres humanos.

Em 1671, o naturalista italiano Francesco Redi (1626-1697) escreveu ao jesuíta Atanásio Kircher (1601-1680):

É uma coisa muito comentada pelos escritores que os peixes marinhos chamados de torpedos causam entorpecimento ao serem tocados; eu fiz a prova mais de uma vez, só para certificar-me de tal verdade e depois poder falar com a certeza da ciência. Alguns pescadores trouxeram-me um peixe fresco e, ao tocá-lo e apertá-lo, a minha mão começou a formigar, depois o braço e as costas com um tremor incômodo e uma dor aflitiva no cotovelo. Foi necessário que eu retirasse a mão, embora desejasse continuar a tocá-lo por mais tempo. (Redi, 1671, p. 15)

Redi inferiu que o órgão responsável pelo fenômeno era de natureza muscular. Pouco mais tarde, um seu discípulo, médico de Florença, Stefano Lorenzini (1652-?) na obra *Osservazione in torno alle torpedini* (Observações em torno dos torpedos), de 1678, aprofundou os estudos e reafirmou que eram os músculos em forma de foice, vistos na figura 1, os responsáveis pela “virtude torporífica” dos torpedos. Lorenzini dizia que o entorpecimento seria similar ao que sentimos quando batemos o cotovelo num corpo duro. A sua explicação era a de que, no momento do choque, o peixe emitiria inúmeros corpúsculos diminutos com grande violência, os quais seriam responsáveis pela produção do entorpecimento e pela dor na medida em que penetravam “na mão daqueles que o tocam” (Lorenzini, 1678, p. 113).

Em 1714, o naturalista francês René-Antoine Ferchaut de Réaumur (1683-1757) interessou-se pelo tema e, como os antecessores italianos, começou por averiguar a veracidade do fenômeno, tantas vezes envolto em histórias de pescadores. Convencido pelas evidências, passou a discutir as explicações corpuscularistas de Redi e Lorenzini, também defendidas pelo naturalista francês Claude Perrault (1613-1688). Analisou a explicação do médico italiano Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), para quem a tese da emissão de corpúsculos era puramente imaginária. Para Borelli, o fenômeno resultava da agitação do peixe que desferia um golpe violento sobre a mão que o tocava, causando a dor (Réaumur, 1714, p. 349).

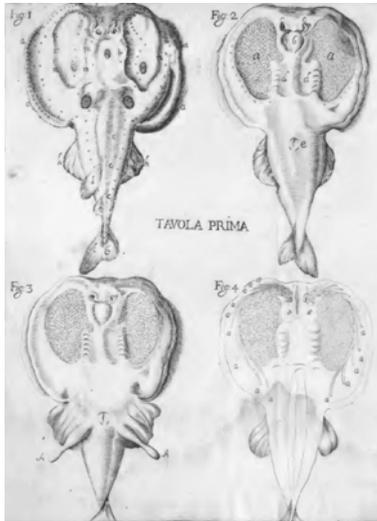


Fig. 1. Torpedo. Fonte: Lorenzini, Stefano. *Osservazioni intorno alle torpedini*, 1678, p. 137.

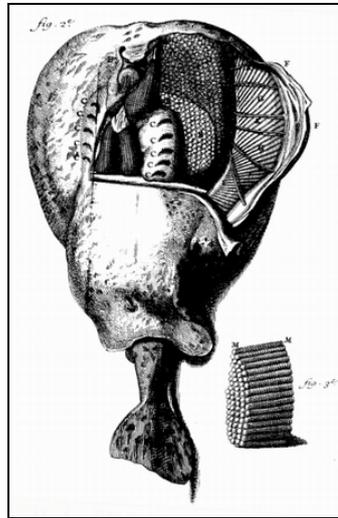


Fig. 2. Torpedo. Fonte: Réaumur, 1714, p. 362).

Réaumur realizou diversas observações sobre o fenômeno e não adotou nenhuma dessas ideias. Manteve uma explicação mecânica: ao apertar o corpo do animal, ele passaria de convexo a côncavo e a convexo de novo tão rapidamente quanto “a bala de um mosquete” (Réaumur, 1714, p. 350). A mudança seria causada pelo rapidíssimo movimento dos músculos em forma de foice, mostrados na figura 2, que provocaria o abalo ou golpe e, assim, os efeitos já comentados anteriormente (Jensen, 2008, p. 10).

Essa explicação de Réaumur foi discutida por vários autores, que comparavam o fenômeno dos peixes com o que se conhecia da eletricidade na época, e predominou por toda a Europa até meados do século XVIII (Jensen, 2008, p. 11).

3 ESTUDOS DE ELETRICIDADE E O TORPEDO

Para a compreensão da explicação de origem elétrica para o fenômeno dos peixes torpedos, é preciso conhecer, ainda que sumariamente, o cenário dos estudos elétricos no século XVIII. O ramo da eletricidade estava se desenvolvendo, sem prescindir das observações acerca das “virtudes elétricas” que ocorreram em períodos anteriores. Foram estudos importantes e detalhados, dos quais mencionaremos apenas os que de alguma forma estiveram relacionados ao estudo do funcionamento dos peixes torporíficos.

3.1 O debate do século XVIII sobre a natureza das “virtudes elétricas”

Algumas propriedades elétricas eram bem conhecidas à época, como as de gerar faíscas e produzir estalos e um cheiro característico semelhante ao do fósforo (Pera, 1992, p. 26-7). Além disso, consideravam-se também o choque e a capacidade de um tubo de vidro atritado poder atrair e repelir corpos leves. Sabia-se que a eletricidade atravessa alguns materiais (corpo humano, corpos úmidos, metais) e não atravessa outros materiais (vidro, gomalaca, óleo e vários tipos de resina). Também era conhecido o fato de que a eletricidade podia ser transmitida através de várias pessoas que se tocassem e que podia ser acumulada em aparatos especiais como as garrafas de Leyden (Martins, 1999, p. 833).

A garrafa de Leyden era um dispositivo criado por Jean-Nicolas-Sébastien Allamand Mussenbroeck (1731-1787) e muito utilizado desde 1745 nos estudos de eletricidade. Uma “máquina elétrica”, como a da figura 3, era composta por um globo de vidro que gerava eletricidade através do atrito das mãos do experimentador. A descarga dessa máquina elétrica era conduzida por uma corrente de metal e desta, por uma haste também metálica, para a água que estava dentro de uma garrafa de vidro (garrafa de Leyden). A garrafa contendo água acumulava a eletricidade gerada pela máquina elétrica. Ao aproximar de um objeto a haste metálica da garrafa com água, surgia uma faísca.

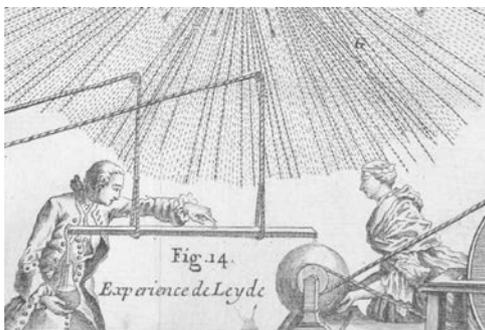


Fig. 3. Máquina elétrica (à direita) e garrafa (à esquerda), na obra de Jena-Antoine Nollet (1700-1770) intitulada *Essai sur l'électricité des corps*, de 1753.

Fonte: Silva e Pimentel.

Um dia, Mussenbroeck e seu ajudante estavam trabalhando quando um deles tocou a garrafa de Leyden com uma das mãos e, ao mesmo tempo, com a outra mão, a haste de ferro. Repentinamente, sua mão e todo o seu corpo sentiram um abalo violento como se tivesse sido “atingido por raio” (Pera, 1992, p. 12-13).

Outros estudiosos passaram a experimentar esse abalo ou comoção causada pela garrafa de Leyden (Pera, 1992, p. 3). Assim, o dispositivo abriu novas e numerosas possibilidades de experimentos elétricos para os filósofos naturais do século XVIII. Além de utilizada nos estudos, a garrafa também virou objeto de entretenimento nos salões da nobreza da época. Em certa ocasião, o físico francês Jean Antoine Nollet (1700-1779) fez uma demonstração na Grande Galeria do Palácio de Versalhes, na presença do rei. Produziu choque em 180 soldados de mãos dadas, em que o primeiro homem segurava a garrafa de Leyden, enquanto o último tocava um condutor (Pera, 1992, p. 13).

Sobre a natureza da eletricidade havia dois tipos básicos de explicação. Uma hipótese era a de que o fluido elétrico possuía uma natureza dupla, conforme proposta pelo naturalista francês Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739) e defendida pelo abade Nollet. Segundo essa concepção, a matéria elétrica seria como o fogo e a luz, podendo penetrar no interior dos corpos sólidos e líquidos e atravessar o ar. Em um corpo eletrizado, duas correntes seriam produzidas: uma efluente, saindo do corpo em todas as direções em jato divergen-

te e outra, simultânea, afluenta, que penetraria no corpo em jato convergente. Se a efluente fosse mais forte, surgia a eletricidade *vítrea* e se a afluenta fosse mais forte surgia a eletricidade *resinosa* (Boss e Caluzi, 2007, 635).

A outra hipótese era a de que o fluido elétrico era único e foi defendida por Benjamin Franklin (1706-1790), político e “eletricista” norte americano. Também contava com o apoio do filósofo natural britânico Joseph Priestley (1733-1804) e do italiano Giambattista Beccaria (1716-1781). A ideia defendida por esses autores era a de que os corpos eletrizados ficavam com fluido elétrico em excesso (positivo) ou em escassez (negativo), enquanto que os corpos neutros não possuíam nem excesso nem escassez. Um corpo com excesso atraía outro corpo com escassez; enquanto dois corpos em que ambos estivessem com excesso ou com escassez se repeliam.

3.2 As explicações elétricas para o fenômeno do torpedo

A explicação mecânica de Réaumur para o evento ocasionado pelo torpedo predominava na Europa, quando diferentes autores começaram a comparar o que ocorria com o peixe com os fenômenos elétricos produzidos pela garrafa de Leyden.

Em 1757, foi publicada a obra *Histoire naturelle du Senegal* (História natural do Senegal), em que Michel Adanson (1727-1806), trabalhando com um tipo de bagre elétrico, chamado pelos nativos de *ouaniear*, ou *trembleur* pelos franceses. Adanson descreveu o efeito tremente e muito dolorido sentido pelos que o tocavam, como sendo semelhante àquele causado pela garrafa de Leyden (Finger & Piccolino, 2011, p. 200).

Em 1769, o médico inglês Edward Bancroft (1744-1820), na obra *An essay on the natural history of Guiana* (Um ensaio sobre a história natural da Guiana), referiu-se a uma enguia torporífica, semelhante a uma lampreia, encontrada principalmente no rio *Essequibo*. Bancroft observou que o abalo era transmitido por linha de pesca, por haste de ferro ou ainda pela própria água em que a enguia nadava. Mediante um experimento, verificou que também atravessava uma cadeia de 12 pessoas dispostas em círculo. Explicou o fenômeno afirmando que o animal enviava partículas torporíficas ou elétricas (Bancroft, 1766, p. 192).

O tema estava no centro das atenções. Em 1773, foram publicados três estudos a respeito nos *Philosophical Transactions* da *Royal Society* de Londres. Um deles era um estudo experimental muito detalhado realizado por John Walsh e relatado em carta endereçada a Benjamin Franklin, datada de 12 de julho de 1772. Walsh defendeu a ideia de que o fenômeno do torpedo correspondia a um fenômeno elétrico. Argumentou que a condução do choque do torpedo ocorria com os mesmos condutores que os da eletricidade, a saber, metais e água. Além disso, as sensações de formigamento e entorpecimento ocasionadas no corpo humano eram as mesmas que aquelas causadas pela garrafa de Leyden (Walsh, 1773-1774, p. 461).

Walsh afirmou conhecer o trabalho de Bancroft e sua suposição de que os fenômenos da enguia torporífica e do torpedo guardavam relação entre si (figura 4) (Walsh, 1773-1774, p. 464). Ele mencionou as dificuldades para traçar relação entre a comoção causada pelo peixe e aquela causada pelas garrafas de Leyden. Nos peixes, escreveu Walsh, não ocorria a produção de faísca, nem de efeitos eletrostáticos e não ocorria emissão de luz e som (Walsh, 1773-1774, pp. 474-475).

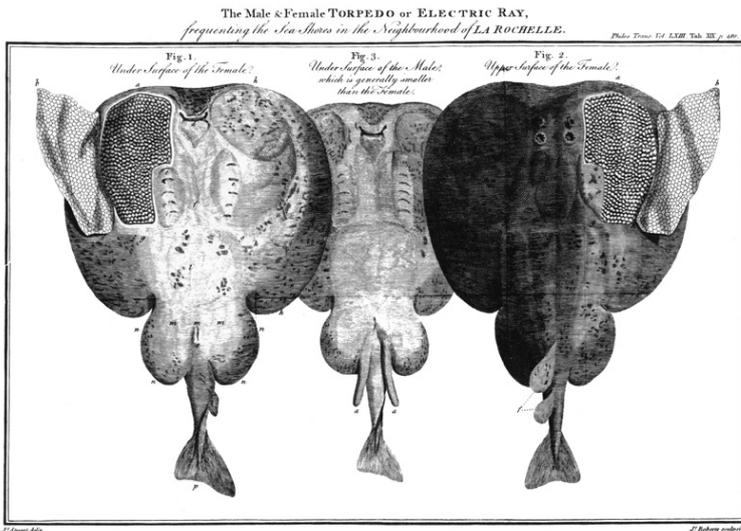


Fig. 4. Prancha XIX de John Walsh.
Fonte: John Walsh, 1773-1774, p. 489.

Um quarto estudo foi realizado pelo médico holandês criado na Inglaterra, John Ingenhousz (1730-1799), e relatado em carta endereçada a John Pringle (1707-1782). As observações a seguir mostram que Ingenhousz estava procurando observar questões semelhantes às levantadas por Walsh em 1773: que o torpedo não atraía corpos leves; que o peixe não carregava uma máquina elétrica; que o peixe não emitia estalos nem faíscas (Ingenhousz, 1775, p. 3).

Para defender a noção de que a natureza dos fenômenos do torpedo e da garrafa de Leyden era de um só tipo e puramente elétrico, Henry Cavendish (1731-1827), também em 1775, construiu uma raia artificial de madeira e couro e colocou-a na água salgada conectada a uma bateria de garrafas de Leyden (figura 5). Queria mostrar que o choque sentido era da mesma natureza daquele causado pela raia ou pela enguia, assumindo que os órgãos elétricos podiam acumular fluido elétrico em sua superfície e que esse tende a seguir o caminho onde há menor resistência (Cavendish, 1776, p. 196-225).

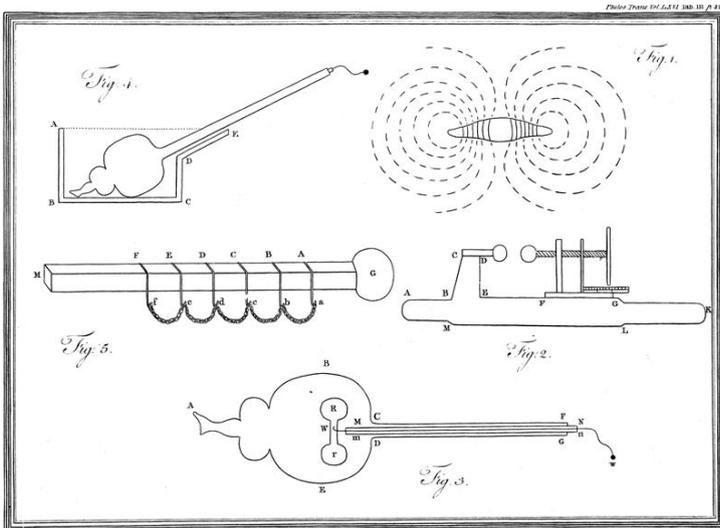


Fig. 5. Raia fabricada por Cavendish para imitar os efeitos do torpedo.
Fonte: Cavendish, 1776, p. 222.

No entanto, apesar dos esforços concentrados no estudo desses peixes, permanecia a diferença de que a raia artificial e as garrafas de Leyden produziam faíscas e também atração e repulsão, o que não era observado nos torpedos: “Para os estudiosos do século XVIII, os efeitos de atração e repulsão seriam considerados, como propriedades mais fundamentais da eletricidade” (Martins, 1999, p. 834).

4 AS OBSERVAÇÕES DE SPALLANZANI

Antes de iniciar-se nas pesquisas com seres vivos, Spallanzani obteve formação em Física ao seguir o curso de Filosofia Natural na Universidade de Bolonha. Além disso, consolidou sua formação segundo o modelo newtoniano nos cursos de Física experimental que a professora “Laura Bassi mantinha no laboratório científico organizado em sua própria casa, com a ajuda do marido”, Giuseppe Veratti, também professor de física e medicina (Castellani, 2001, p. 10). Além disso, Spallanzani tinha em sua biblioteca obras tanto de Beccaria quanto de Nollet (Pietro, 1979, p. 280), que defendiam posições antagônicas no debate existente sobre a natureza da eletricidade. Assim, é plausível supor que Spallanzani estava ciente da controvérsia. A eletricidade devia ser tomada como um fenômeno universal, partilhado entre os corpos vivos e não vivos, ou devia ser considerada como composta de fenômenos diversos, caracterizando uma eletricidade animal distinta daquela observada na atmosfera ou na garrafa de Leyden.

Embora tenha publicado pouco a respeito, o tema da eletricidade nos seres vivos esteve presente em várias pesquisas de Spallanzani. Em 1774, ele chegou a construir uma máquina elétrica (Pietro, 1979, p. 235). Em 1777, em carta endereçada ao naturalista suíço Jean Senebier (1742-1809), Spallanzani acenou com a possibilidade de estimular o nascimento de pintinhos através da eletricidade, entendendo-a como relacionada a um fluido semelhante ao calor (Spallanzani, 1987, p. 65).

4.1 Relato das observações dos torpedos nas viagens

Nos relatos de preparação para as viagens de 1780 e 1781, Spallanzani mencionou obras que desejava consultar antes de partir: a *Histoire naturelle du Senegal: coquillages*, de Michel Adanson, de 1757, que

tratava de peixes e do peixe elétrico do Senegal (e que ele não mencionou na carta publicada); a obra “sobre os peixes” de Duhamel Du Monceau; e “o que diz o abade Fontana a respeito da “estrutura do nervo”; e “em Hunter o que havia sobre a anatomia dos nervos” (Spallanzani, 2004, p. 56; 58; 59).

Esse relato sobre livros e anotações que deveria levar consigo, além de outras indicações das observações e experiências que queria realizar permite conhecer o planejamento prévio de Spallanzani para as viagens. Evidencia que além de serem voltadas à coleta de exemplares para os museus de Pavia e Scandiano, as viagens eram também dedicadas à pesquisa.

Spallanzani registrou suas observações sobre os torpedos em diversos momentos dos seus diários. Nesta pesquisa, analisamos os registros referentes ao período de 02 de setembro a 09 de outubro de 1782. Eles foram escritos ao longo da viagem, o primeiro em Rimino, na Itália, e o último em Rovigno (hoje Croácia).

A descrição do dia 02 de setembro é sobre a anatomia de uma fêmea encontrada morta, na qual afirmou ter visto ovas em diferentes estágios de maturação e três torpedinhos. Nos dias seguintes, ainda trabalhou com torpedos mortos fazendo registro cuidadoso e específico para sua identificação, o que nos indica que deve ter passado boa parte do tempo refletindo acerca das semelhanças e diferenças entre os exemplares encontrados (Jensen, 2008, p. 67-69).

No dia 18 de setembro, no mar de Chioggia, província de Veneza, não escondeu o entusiasmo por ter encontrado um torpedo vivo:

Minha primeira curiosidade foi a de prendê-lo debaixo d’água com a mão, apalpá-lo para obter o choque. Eu o obtive efetivamente, e foi dado um choque elétrico, com súbito entorpecimento momentâneo da mão e do braço. O choque é patentemente elétrico. Eu havia apalpado duas ou três vezes o torpedo, e o choque parecia sair sempre das costas e não do ventre. (Spallanzani [1782], 2000, p. 48)

Nesse dia fez as seguintes observações: que outras testemunhas sentiram o choque, embora cada um com uma intensidade diferente, avaliada por Spallanzani pela extensão que a sensação provocava, se no dedo, na mão, no braço ou também nas costas; que ao tirar a água do aquário, o peixe ficava em tal estado de debilidade que o choque tornava-se mais fraco e não chegava à primeira falange; que ao voltar

para a água, o peixe recuperava a sua “virtude torporífica”; que quando o peixe estava prestes a morrer, manifestava um fenômeno singular: mesmo com os dois polegares na parte superior do corpo, na região da cabeça, o choque não era sentido. Porém, encostando as duas mãos nas narinas, “dois furos por onde eu vi que mandam água para fora”, começava a sentir o choque; mais abaixo, fazia-se mais forte, seguindo assim progressivamente até certo ponto da cauda, onde começava a perder-se progressivamente, até perder-se de fato, na própria cauda. “Sobre o dorso, nas laterais, onde havia os dois músculos em forma de foice, sentia-se [o choque] também mais forte” (Spallanzani [1782], 2000, p. 81).

Spallanzani continuou suas observações até a exaustão do exemplar, e, quando o peixe estava quase morto, o choque acabava. Fez testes sobre a percepção do choque usando diferentes materiais como madeira e gomalaca para tocar o peixe, indicando que investigava se se tratava ou não de um fenômeno elétrico.

No dia 09 de outubro, em Rovigno, conseguiu um torpedo ferido na cabeça e que sangrava muito. Redigiu uma série de nove observações. A análise dessas anotações mostrou-nos que ele procurou verificar, primeiro, se o choque provinha da região onde se encontravam os músculos em forma de foice, na região dorsal. Verificou que, de fato, quanto mais perto desses músculos, maior era a comoção. Além disso, verificou que na região da cauda, não era mais sentido o choque (Jensen, 2008, p. 72-73).

Também investigou se o choque era produzido a partir da região ventral e constatou que isso só ocorria se mantivesse, simultaneamente, os polegares sobre o dorso, o que permitiria a transmissão do choque – embora os polegares mesmo não o sentissem, provavelmente “pela rapidez” dessa impulsão (Jensen, 2008, p. 73).

Spallanzani também procurou investigar a suposição de Réaumur sobre a associação do choque com a mudança, mecânica, da forma do peixe (convexo, côncavo) na região dos músculos em forma de foice, não observando tal mudança de forma. Em certos torpedos, o choque não era percebido pelo toque na parte superior do corpo, mas, na parte inferior. Portanto, não poderia se originar da modificação dessa parte do corpo. Além disso, contra a opinião de Réaumur, observou também que mesmo estando para morrer, o peixe continuava a apre-

sentar o choque, ainda que em menor intensidade, apesar de pouca movimentação de seus músculos dorsais (Jensen, 2008, p. 73).

O relato da viagem segue com outras observações que fogem ao interesse deste artigo.

4.2 Relato das observações dos torpedos na carta publicada e comparação com o relato da viagem

Na carta endereçada ao Marquês de Lucchesini, Spallanzani mencionou que “morria de vontade de fazer os mesmos experimentos” de John Walsh. Spallanzani esclareceu que fez suas observações durante a viagem sem ter em mãos a publicação de Walsh, apoiando-se apenas na sua memória, e que, em seu retorno a Pavia, ao redigir a carta, pôde refazer a leitura (Spallanzani [1783], 2001, p. 35).

Seguindo a orientação empirista característica de seus trabalhos, Spallanzani inicia a carta com o relato de suas próprias observações. Em seguida, passa às considerações sobre as opiniões de outros autores e, finalmente, considerando a releitura de Walsh, retoma os principais pontos comuns ou discordantes do autor inglês (Jensen, 2008, p. 74).

Ao começar a tratar dos torpedos, entre outros experimentos, anunciou uma “novidade filosófica” a respeito da “eletricidade do torpedo”, que, acreditava, iria “eletrizar” o próprio Marquês. Contou-lhe que em sua viagem pelo Adriático teve a oportunidade de apalpar e de apertar um torpedo com os dedos dentro de um aquário com água. Transcorrido apenas um minuto, ele afirmou sentir um golpe correndo desde a ponta do dedo até seu cotovelo direito. Como a dor não tivesse sido forte, ele repetiu e recebeu um segundo golpe, na mesma intensidade e na mesma extensão que o primeiro. Observou que em outras pessoas a intensidade e a extensão do choque eram variáveis, como havia descrito no relato da viagem.

Sobre esta experiência, Spallanzani escreveu que a afetação, de prazer ou de dor, não foi causada por outro agente externo que não fosse o peixe. Um tanto retoricamente, Spallanzani está chamando a atenção de seu leitor para a semelhança com o fenômeno elétrico. Ele diz ter sentido várias vezes o choque, “sem a presença da máquina [elétrica] ou de qualquer aparelho análogo”. Nosso autor experimentou, com aquele torpedo, “o mesmo efeito do experimento Leidesse”

(referindo-se à garrafa de Leyden), exceto pelo fato de o choque do peixe ter sido mais fraco do que o choque que seria sentido naquela garrafa, quando carregada.

Em seguida, mencionou sua discordância em relação a Réaumur, da mesma maneira que vimos no relato da viagem. Na carta, a refutação a Réaumur repete os dois argumentos já mencionados no relato da viagem e acrescenta um terceiro: afirmou que o golpe era análogo à sensação que temos ao batermos com o cotovelo num corpo duro. Spallanzani não se furto a bater fortemente seu braço direito contra o tampo de uma mesa. Comparou o choque do torpedo e o choque do cotovelo: no primeiro, a dor atinge o braço, no segundo, a dor iniciada no cotovelo corre em direção ao ombro e em direção à mão; no primeiro, a dor atinge o braço e some, no segundo causa uma espécie de formigamento; a sensação de dor causada pelo torpedo era instantânea e a causada pelo golpe na mesa durou 14 horas. (Spallanzani [1783], 2001, p. 36-37).

Dando continuidade às observações do torpedo em Chioggia, Spallanzani procurou verificar a origem do choque no corpo do torpedo e as possíveis variações de intensidade. Para isso, retirou-o da água e o manteve suspenso no ar com a mão direita, apalpando-o com os dedos. Escreveu que sentiu o choque até mais forte do que quando o peixe estava dentro da água, a ponto de quase deixá-lo cair da mão. Verificou ainda que nas diferentes partes do corpo do peixe, a intensidade do choque variava, depoimento esse coerente com as anotações que havia feito em seu relato de viagem.

Ressaltou ainda, na carta, que levou em consideração duas outras coisas: se sentia o choque, aproximando-se o dedo do torpedo sem tocá-lo e se via alguma faísca. Afirmou não ter observado nem uma coisa, nem outra. Essa investigação, bem como seu resultado, não apareceu em seus registros da viagem de 1782, em Chioggia.

Esses dois aspectos, ação à distância e presença ou ausência de faísca, eram propriedades reconhecidas na época como relacionadas ao fenômeno elétrico. Dessa forma, essa investigação indica que Spallanzani estava buscando elementos que permitissem decidir sobre a natureza elétrica do fenômeno, em contraposição à explicação mecânica como aquela defendida por Réaumur.

Em Rovigno, teve a oportunidade de repetir experimentos tendo uma fêmea como material biológico. Dessa vez, Spallanzani se preocupou em perceber se havia variações em relação ao contato. Por exemplo, passando os dois polegares no dorso do torpedo com os outros oito dedos no peito ou apalpando o peito com a mão esquerda e o dorso com a direita. Neste último, o choque era sentido na mão direita.

Ao final do relato sobre o torpedo de Rovigno é que Spallanzani descreveu a nova descoberta que iria “eletrizar” o marquês. Ao dar início à vivissecção percebeu que era uma fêmea com duas ovas que desembocavam no reto. Numa das bolsas encontrou um pequeno torpedo preso ao cordão umbilical e ao passar a mão em suas costas recebeu um pequeno choque. No primeiro momento, acreditou que o feto já pudesse ter a virtude de dar choque.

Para se convencer de que o choque não era produzido pela “mãe”, chegando até seus dedos através do cordão umbilical, realizou um procedimento experimental que já lhe era familiar, mas que constituía um protocolo em desenvolvimento pelos naturalistas experimentadores do século XVIII, a “sequestração”, ou isolamento do organismo sob observação.

Spallanzani cortou o cordão umbilical e colocou o pequeno peixe sobre um vidro seco e polido que já utilizava em seus experimentos. A seguir cutucou-o com o dedo indicador, o torpedo se debateu e deu choque. O mesmo ocorreu com os fetos da outra bolsa. Com isso, concluiu que, nesta espécie singular de raia, os fetos podiam dar choque. Fenômeno “nunca descrito nem pelos antigos nem pelos modernos”. No relato da viagem acima discutido, Spallanzani descreveu os torpedinhos, mas, não mencionou que testou o fenômeno do entorpecimento com eles (Jensen, 2008, p. 79).

Por fim, concluiu retomando o que considerava as partes mais importantes do trabalho de Walsh: a) a demonstração de que o efeito do torpedo é o mesmo da eletricidade, por ser transmitido através da água ou do metal e sendo interrompido pelo vidro e pela cerâmica; b) a suposição de que o peito e as costas do peixe estavam em dois estados diferentes de eletricidade, as costas no estado positivo, o peito no estado negativo, como o que ocorre na garrafa de Leyden; c) a observação de que o choque passa através de duas pessoas, uma tocando o

peito e outra tocando as costas do peixe, estando unidos entre si por meio de um fio metálico (Jensen, 2008, p. 80).

Apesar de não ter sido possível observar faísca nos torpedos, Spallanzani afirmou que isto não tolhia a enorme analogia entre o fenômeno dos torpedos e o da eletricidade (Jensen, 2008, p. 80).

Spallanzani também comentou a descrição dos órgãos elétricos feita por Hunter. Spallanzani pôde comparar melhor a sua observação com as desse autor, por ter levado consigo as anotações sobre a anatomia dos torpedos copiadas do texto de Hunter antes da viagem. Observou a presença dos órgãos elétricos nos três fetos retirados da fêmea de Rovigno e constatou que não eram diferentes dos órgãos elétricos dos adultos. Tendo morrido os fetos, Spallanzani afirmou ter realizado a dissecação deles, confirmando, nessa sua publicação, as observações de Hunter:

A descrição da anatomia dos órgãos elétricos feitas por Hunter me levou a visitar internamente os três fetos para observar neles, o estado desses órgãos, que pelo choque que davam já deveriam estar formados [...] efetivamente era assim (Spallanzani [1783], 2001, p. 46).

Embora não tenha escrito no relato de viagem, a figura 6 mostrando os nervos no interior do músculo em forma de foice, nos dá evidências de que teria feito *in situ* as mesmas observações que Hunter.

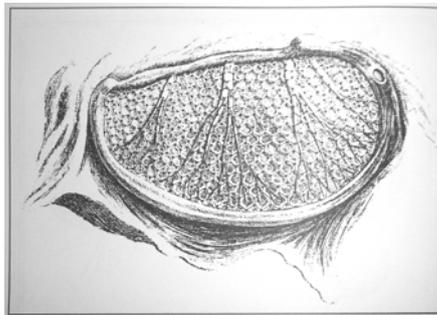


Fig. 6: Tábua Mss Regg, B 96, c. 13 – Ilustração da superfície de um órgão elétrico de torpedo e sua inervação feita a partir de uma preparação de Lazzaro Spallanzani. Fonte: Lazzaro Spallanzani, 2004, p. 108.

Essas observações não aparecem no relato da viagem, apenas em um trecho que transcreveu de Hunter sobre a anatomia dos torpedos (Jensen, 2008, p. 80).

As demais considerações feitas na carta publicada apesar de referirem-se aos torpedos não são concernentes ao tema deste artigo.

4.3 As conclusões de Spallanzani

Spallanzani defendeu a explicação elétrica para o fenômeno causado pelo torpedo em relação à explicação mecânica defendida por Réaumur, que era predominante na época, na Europa. Para isso, verificou a explicação mecânica desse autor francês e a explicação elétrica de John Walsh e John Hunter, entre outros.

Quanto a sua posição frente às diferentes hipóteses acerca da natureza da eletricidade (estática) na época, a carta a Lucchesini indica que, nesse momento de sua pesquisa, Spallanzani é consonante com a hipótese de Franklin, de uma natureza única para a eletricidade. Refere-se à “teoria da eletricidade”, quando elogia o trabalho de Walsh nos aspectos em que ele compara o torpedo a uma garrafa de Leyden, com desequilíbrio entre o positivo e o negativo, e não vê objeção ao fato de não produzir faísca – como será relatada, mais tarde, em 1775, para um certo tipo de enguia (*Gimnotus electricus*) por Walsh (Jensen, 2008).

A nossa análise mostrou que para Spallanzani, apesar da ausência da faísca e do fenômeno da atração e repulsão, o entorpecimento causado pelos torpedos nas presas, nas mãos dos pescadores e estudiosos era um fenômeno elétrico como o da garrafa de Leyden. Ele assim o expressou na carta publicada que analisamos:

O golpe distinto e instantâneo conhecido com o nome de comoção ou choque elétrico [...] os meus estudos são admiravelmente consonantes aos de Walsh. (Spallanzani, 1783, p. 44)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na segunda metade do século XVIII, foram diversas as contribuições para a teoria da eletricidade animal. O efeito dos peixes elétricos foi comparado aos efeitos da garrafa de Leyden não apenas pelos ingleses ou pelo italiano Lazzaro Spallanzani, mas, também por filó-

sofos naturais, médicos e outros amantes da natureza da América do Sul, dos dois lados do Atlântico que conduziram experimentos e trocaram idéias entre si no período de 1750-1760 (Koehler, Finger, Piccolino, 2009).

Sabia-se que a eletricidade podia ser gerada na atmosfera, mecanicamente, e nos seres vivos. Porém, não se sabia se eram diferentes manifestações do mesmo fenômeno. Os estudos que tentavam relacionar seres vivos e eletricidade continuaram por um bom tempo e suscitaram debates como os de Luigi Galvani (1737-1798) e Alessandro Volta (1745-1827).

Galvani, na obra *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius* (A força da eletricidade no movimento muscular), de 1791, mostrou que a perna amputada de uma rã podia se contrair sob estímulo de um condutor metálico, sem conexão com fonte externa. Atribuiu a contração ao que chamou “eletricidade animal”. Essa publicação deu origem a uma controvérsia com Volta e que dividiu os estudiosos da época.

Volta produziu uma fonte de eletricidade feita de metais e ácido, hoje conhecida como a pilha voltaica, e fez analogia entre seus discos arranjados em colunas e os órgãos internos do torpedo (Fara, 2002, p. 161). Para Volta, no entanto, não havia uma eletricidade animal diferente da eletricidade química, pois considerava que a contração do músculo da perna da rã era devida aos metais utilizados (Pera, 1992).

Assim, após a publicação de Spallanzani, os fenômenos elétricos manifestos entre os seres vivos, particularmente dos peixes elétricos, entre eles o torpedo, continuaram objeto de investigações sistemáticas pelo menos ao longo de mais de 50 anos. Essa história pode ser conhecida na revisão realizada por Michael Faraday (1791-1867) em seu *Experimental researches in electricity* (Pesquisas experimentais em eletricidade), de 1838.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à CAPES pelo apoio à pesquisa e a segunda autora agradece à FAPESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCROFT, Edward. Letter II, Rio Demerary, 15 de novembro de 1766. Pp. 191-200, *in*: BANCROFT, Edward. *An essay on the natural history of Guiana, in South America: containing a description of many curious productions in the animal and vegetable systems of that country together with an account of the religion, manners and customs of several tribes of the Indian inhabitant. Interposed with a variety of literary and medical observations. In several letters.* London: T. Becket e P. A. De Hondt, 1769.⁵
- BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; CALUZI, João José. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. *Revista Brasileira de Física*, **29** (4): 635-644, 2007.⁶
- CASTELLANI, Carlo. *Un itinerario culturale: Laz zaro Spallanzani.* Firenze: Olschki, 2001.
- CAVENDISH, Henry. An account of some Attempts to Imitate the Effect of the Torpedo by Electricity. *Philosophical Transactions*, **66**: 196-225, 1776.⁷
- FARA, Patrícia. *An entertainment for angels: electricity in the Enlightenment.* New York: Columbia University Press, 2002.
- FARADAY, Michel. Experimental Researches in Electricity-Fifteenth Series. *Philosophical Transactions*, **128**: 1-40, 1838.⁸
- FINGER, Stanley; PICCOLINO, Marco. *The shocking history of electric fishes from ancient epochs to the birth of modern neurophysiology.* New York: Oxford University Press, 2011.
- FROESE, R.; PAULY, D. (eds.). FishBase. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <www.fishbase.org/

⁵ Disponível em: <<http://ia700307.us.archive.org/14/items/essayonnaturalhi00banc/essayonnaturalhi00banc.pdf>>. Acesso em 27 de agosto de 2011.

⁶ Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/070404.pdf>>. Acesso em 27 de agosto de 2011.

⁷ Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/66/196.full.pdf+html?sid=7b1d5f7e-10d6-415e-a446-c0af14c6dcbe>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

⁸ Disponível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/128/1.full.pdf+html>>. Acesso em 27 de agosto de 2011.

- search.php>. Acesso em 25 de agosto de 2011.
- HUNTER, John. Anatomical observations on the torpedo. *Philosophical Transactions*, **63**: 481-489, 1773.⁹
- INGENHOUSZ, John. Extract of a Letter from Dr. John Ingenhousz, F.R.S., to Sir John Pringle, Bart, P.R.S., containing some Experiments on the Torpedo, made at Leghorn (after having been informed of those by Mr. Walsh, dated Mars 27th 1773, from Saltzburg. *Philosophical Transactions*, **65**: 1-4, 1775.¹⁰
- JENSEN, Gerda Maisa. Lazzaro Spallanzani (1729-1799) e o torpedo: um tipo de peixe elétrico? São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.¹¹
- KOEHLER, Peter J.; FINGER, Stanley; PICCOLINO, Marco. The “eels” of South America: Mid-18th-Century Dutch contributions to the theory of animal electricity. *Journal of History of Biology*, **42**: 715-763, 2009.
- LINNÉ, Caroli. *Systema naturae, Regna Tria Naturae, classes, ordines, genera, species cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Tomus I. 13^a ed. Vindobonae [Viena]: Typis Ioannis Thomae, 1767.¹²
- LORENZINI, Stephano. *Osservazioni intorno alle torpedini*. Firenze: L’Onofrio, 1678.¹³
- MARTINS, Roberto de Andrade. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre galvanismo e a eletricidade. *Acta Scientiarum*, **21** (4): 823-835, 1999.
- PERA, Marcelo. The ambiguous frog: the Galvani-Volta controversy on animal electricity. Trad. Jonathan Mandelbaum. Princeton: Princeton University Press, 1992.
- PICCOLINO, Marco. *The taming of the ray: electric fish research in the*

⁹ Disponível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/63/481.full.pdf+html>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹⁰ Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/65.toc>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹¹ Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetailObraForm.do?select_action=&co_obra=134360>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹² Disponível em: <<http://books.google.com>>. Acesso em 15 de agosto de 2011.

¹³ Disponível em: <<http://www.archive.org/details/osservazioniinto00lore>>. Acesso em 09 de agosto de 2011.

- Enlightenment, from Walsh to Volta*. Florence: Olschki, 2003.
- PIETRO, Pericle di. *Lazzaro Spallanzani*. Modena: Aedes Muratoriana, 1979.
- PLATÃO. Oeuvres complètes, Gorgias-Ménon. Tomo III, 2eme partie. Trad. Alfred Groiset e Louis Bodin. Paris: Les Belles Lettres, 1923.
- RÉAUMUR, René-Antoine Ferchault de. Des effets que produit le poisson apellé em François Torpille, ou Tremble, sur ceux que le touchen; Et de le cause dont ils dépendent. *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique et de physique pour la même anné tirez des registres de cette Académie*. Pp. 344-362, 1714.¹⁴
- REDI, Francesco. *Esperienze intorno a diverse cose naturali e particolarmente a quelle che son portate dall'Indie, scritte en una Lettera Al Padre Atanasio Chircher della Compagnia di Gesù*. Firenze: All'Insegnadella Nave, 1671.¹⁵
- SILVA, Cibelle Celestino & PIMENTEL, Ana Carolina. *História da Eletricidade*. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/historia-da-eletricidade/historia-da-eletricidade-4.php>>. Acesso em 15 de agosto de 2011.
- SPALLANZANI, Lazzaro. Lettera al Sig. Marchese Girolamo Lucchesini [1782]. Pp. 31-49, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte quarta, Opere edite direttamente dall'Autore, volume cinco, 1782-1791, Terzo supplemento. A cura di Pericle di Pietro. Modena: Mucchi, 2001.¹⁶
- . Carteggio con Jean Senebier. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima, volume ottavo. A cura di Pericle Di Pietro. Modena: Enrico Mucchi, 1987.
- . Storia naturale del mare. Rimini, 1782 – Chioggia, 1784. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro*

¹⁴ Disponível em <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k35177/f508.r=Des+effets+que+produit+le+poisson+a.langPT>>. Acesso 27 de agosto de 2011.

¹⁵ Disponível em: <www.francescoredi.it>. Acesso em 06 de agosto de 2011.

¹⁶ Também publicada como: SPALLANZANI, Lazzaro. Spallanzani a Lucchesini. Pp. 5-17, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte Prima, Carteggi, volume sexto. A cura di Pericle di Pietro. Modena: Mucchi, 1986.

- ro *Spallanzani*. Parte quinta, Opere edite non direttamente dall'Autore, volume primo. A cura di Paola Manzini e Paolo Tongiorgi. Modena: Mucchi, 2000.
- . Storia naturale del mare. I viaggi a Genova 1780, Marsiglia 1781, Portovenere 1783, Genova 1785. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione Nazionale delle Opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte quinta, Opere edite non direttamente dall'Autore, volume secondo. A cura di Paola Manzini e Paolo Tongiorgi. Modena: Mucchi, 2004.
- UNIVERSITÀ DI PAVIA. I Musei. Disponível em <<http://www3.unipv.it/webbio/spalla99/spamuseo.htm>>. Acesso em 15 de agosto de 2011.
- VACCARI, Pietro. *Storia della Università di Pavia*. 2ª ed., riveduta ed illustrata. Pavia: Università di Pavia, 1957.
- WALSH, John. On the electric property of the torpedo. *Philosophical Transactions*, **63**: 461-480, 1773-1774.¹⁷
- . Of torpedos found on the Coast of England. In a letter from John Walsh to Thomas Pennant. *Philosophical Transactions*, **64**: 464-473, 1774.¹⁸

Data de submissão: 30/07/2011.

Aprovado para publicação: 12/11/2011.

¹⁷ Disponível em <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/63/461.full.pdf+html>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

¹⁸ Disponível em: <<http://rstl.royalsocietypublishing.org/content/64/464.full.pdf>>. Acesso em 28 de agosto de 2011.

Las apomorfias no se comen: diseño de caracteres y funciones de partes en Biología

Gustavo Caponi*

Resumen: Las adaptaciones no son partes de organismos. Ellas son estados de caracteres que pueden ser explicados por selección natural. Ellas, para decirlo de otro modo, deben ser siempre entendidas como caracteres de linajes y no como partes de un cuerpo; y tener en cuenta esa diferencia puede ser muy útil para establecer y clarificar la distinción que es el tema de este trabajo: la discriminación entre explicaciones del diseño biológico, que son explicaciones de estados de caracteres, y análisis funcionales de las partes orgánicas. La diferencia entre esas dos operaciones cognitivas no ha sido correctamente visualizada en la Filosofía de la Biología; y revertir esa situación puede contribuir a un mejor planteamiento de algunos aspectos del debate sobre la noción de *función*.

Palabras-clave: adaptación; carácter; diseño; función; linaje

Apomorphies are not to be eaten: design of characters and functions of parts in Biology

Abstract: Adaptations are not parts of organisms: they are states of characters that can be explained by natural selection. They, to say it otherwise, must always be understood as characters of lineages and not as parts of a body; and to bear in mind this difference can be very useful to establish and to clarify the distinction that is the subject of this paper: the discrimination between explanations of biological design, which are explanations of states of characters, and functional analyses of the organic parts. The difference between these two cognitive operations has not been visualized correctly in Philosophy of the Biology; and reverting this situation can contribute to a

* Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476. CEP 88.010-970. Florianópolis SC. E-mail: gustavoandrescaponi@gmail.com

better discussion of some aspects of the debate concerning the concept of *function*.

Key-words: adaptation; character; design; function; lineage

1 INTRODUCCIÓN

Las explicaciones evolutivas son siempre explicaciones de estados de caracteres. De apomorfias en el caso de las explicaciones por selección natural, por selección sexual, por deriva genética o por migración; y de plesiomorfias cuando se apela a la filiación común o a los *constrañimientos desevolvimentales* (Caponi, 2010a, p. 25). En el primer caso se explica la alteración de un carácter; y en el segundo su preservación. Y tener en cuenta esto puede contribuir a clarificar aquel problema que Lewontin planteó, hace ya mucho tiempo, con relación a la necesidad de dividir un organismo en partes diferentes, que tendrían las explicaciones por selección natural (Lewontin, 1978, p. 145). Esa división, según Lewontin afirmaba, debía obedecer a decisiones apriorísticas y algo arbitrarias: “¿Es la mano la unidad de evolución y función?”, se preguntaba él, “¿o más bien el dedo o una falange?” (Lewontin, 2000, p. 77).

La cuestión puede parecer intrigante; pero creo que está mal planteada. Ella supone la recurrente confusión entre hablar de partes y hablar de caracteres. El objetivo de una *explicación seleccional* está dado siempre por un cambio en el estado de un carácter: allí donde se constata una apomorfia es donde puede preguntarse *¿por qué ese estado derivado y no más bien el estado primitivo?*; y no es improbable que la respuesta para esa cuestión resida en una presión selectiva que será menester identificar. Sin referencia a la plesiomorfia, al estado primitivo del carácter, no hay modo de percibir la apomorfia a ser explicada. Pero es justamente esa referencia, y ese contraste entre el estado primitivo y el estado derivado del carácter, lo que permite que la pregunta adaptacionista sea correctamente formulada sin mayor riesgo de arbitrariedad: ese contraste le fija un blanco definido a las *explicaciones seleccionales*. Las adaptaciones, podemos entonces decir, no son partes de organismos: ellas son estados de caracteres que pueden ser explicados por selección natural. Ellas, para decirlo de otro modo, deben ser siempre entendidas como caracteres de linajes y no como partes de un cuerpo. Nadie se come una adaptación, nadie se come una

apomorfia; como sí puede comerse el muslo de un pollo o el jamón de un cerdo. Tener en cuenta esa diferencia, que Lewontin y muchos otros han pasado por alto, puede ser muy útil para establecer y clarificar la distinción que es el tema de este trabajo: aludo a la discriminación entre *explicaciones del diseño biológico*, que son explicaciones de estados de caracteres, y *análisis funcionales de las partes orgánicas*. La diferencia entre esas dos operaciones cognitivas no ha sido correctamente visualizada en la Filosofía de la Biología; y revertir esa situación puede contribuir a un mejor planteamiento de algunos aspectos del ya largo, y aparentemente inagotable, debate sobre la noción de función (Garson, 2008; Gayon, 2006, 2010). Por eso, en las próximas páginas, después de aclarar la diferencia entre las nociones de *parte* y de *carácter*, intentaré elucidar el concepto de *diseño biológico* apoyándome en una versión de la noción sistémica, o procesal, de *función*. Mi idea es que, si correctamente formulada, la noción de *diseño biológico* permite una mejor comprensión de aquello que, de una forma vaga y distorsionada, se ha querido entender bajo el rótulo inadecuado, e injustificado, de *concepción etiológica del concepto de función*¹.

2 EL SOBACO DE LAS COBRAS

La distinción parte-carácter no es inmediatamente obvia porque, “el término carácter”, como bien lo ha dicho Michael Ghiselin “es equívoco: él superpone las partes con los atributos de éstas” (Ghiselin, 2005, p. 98); y la multiplicidad de usos que esa expresión ha tenido, y tiene, en el universo de los discursos biológicos (Fistrup, 1992; Fistrup, 2001) obedece, en gran medida, a dicha equivocidad. Ésta, además, se agrava por el hecho de que “muchas de las palabras que se refieren a partes son usadas atributivamente” (Ghiselin 1997, p. 201). Es común y correcto decir, como observa Ghiselin, que tal o cual animal es pulmonado o alado; y esto facilita la superposición entre hablar de partes, como pulmones o alas, y hablar de caracteres como,

¹ No me demoraré aquí, sin embargo, en un análisis de la polémica sobre el concepto de *función*; ni tampoco analizaré las dificultades de la sedicente *concepción etiológica*. He hecho eso en dos trabajos anteriores, en los cuales también expliqué mi versión de la *concepción procesal de función* más detalladamente de lo que lo haré aquí (Caponi, 2010b; Caponi, 2010c).

justamente, pulmonado o alado (*ibid*). Esa superposición entre *parte* y *carácter* ha llegado a ser tan común, y en muchos contextos tan poco perniciosa, que puede llegar a parecer que la distinción que aquí se está proponiendo entre ambas nociones no es más que un artificio escolástico o un subterfugio verbal. Sin embargo, y como también lo observa Ghiselin, la diferencia entre una cosa y la otra se torna más clara, y menos antojadiza, si tenemos en cuenta que “uno disecciona un organismo bilateral, no su bilateralidad; su sistema digestivo, no su herbivoridad” (*ibid*).

Es decir: las partes de los seres vivos, los subsistemas de esos sistemas que son los organismos, pueden ser disecadas, dañadas, extirpadas e incineradas; pero no ocurre igual con los caracteres de los linajes de esos mismos seres vivos². Eso, me parece, ya nos indica que estamos hablando de cosas que intuitivamente reconocemos como distintas; y ese reconocimiento se hace más evidente cuando recordamos la distinción entre *órgano* y *carácter* a la que aludía Hennig cuando decía que “un carácter (...) puede ser también la falta de un cierto órgano” (Hennig, 1968, p. 129). La falta de un órgano, en efecto, puede ser un carácter apomorfo, si el taxón, el linaje, que presenta esa carencia pertenece a un grupo cuyo ancestro común privativo posee ese carácter (*ibid*); y un ejemplo de ello lo encontramos en los miembros de los ofidios. Esa ausencia, que debe ser entendida como el estado derivado, o apomórfico, de un carácter plesiomorfo en Tetrapoda que es la posesión de cuatro extremidades (Hennig, 1968, p. 122; Ghiselin, 1997, p. 200-1), puede ser apuntada como un carácter de Ophidia (Ghiselin 1997, p. 200); e, innegablemente, las serpientes individuales, en cuanto que ejemplares del linaje Ophidia, exhiben esa apomorfia. Pero no tiene sentido decir que tal apomorfia, sea una parte de esas serpientes.

De un modo muy preciso, Dalton de Souza Amorim define carácter como un

[...] concepto abstracto que corresponde a un cambio ocurrido en una serie de transformación con la incidencia de una o más mutacio-

² Analicé la distinción entre sistemas y linajes en un artículo publicado recientemente en *Filosofia e História da Biologia* (Caponi, 2011a).

nes que alteran la forma plesiomórfica de una estructura para la forma apomórfica. (Amorim, 1997, p. 266)

Y es en ese sentido que se dice que la ausencia de miembros en los ofidios, o de pelos en los cetáceos, son caracteres de esos taxones y de los ejemplares que los integran. Así, cuando examinamos un espécimen de yarárá, y lo consideramos como ejemplar de Ophidia, podemos apuntar en él ese carácter apomórfico que es la ausencia de miembros. Pero si lo analizamos en cuanto que organismo, en cuanto que sistema, sería imposible apuntar en él esa ausencia como si ella fuese una parte o subsistema integrado al todo orgánico.

En el discurso de la Taxonomía actual, el concepto de carácter es, por otro lado, de naturaleza ineludiblemente genealógica: un carácter es siempre entendido como una diferencia, o una semejanza, entre linajes. Por eso, si le atribuimos un carácter a un viviente individual, eso sólo tendrá sentido si consideramos a ese viviente como ejemplar de un sublinaje adscrito a un linaje más abarcador; porque, si lo pensamos como mero organismo individual, ese carácter sería invisible: la apomorfia, el estado derivado, sólo se perfila por referencia a la plesiomorfia, el estado primitivo. Sin esa polaridad filogenética entre estado primitivo y el estado derivado no hay concepto de carácter; y eso es lo que Günter Wagner desdeña cuando afirma que “un carácter biológico puede ser pensado como una parte de un organismo que exhibe coherencia causal que tiene una identidad bien definida, y desempeña un papel (causal) en algún proceso biológico” (Wagner, 2001, p. 3). Esa definición confunde el carácter del linaje con la parte del organismo.

La ausencia de miembros en la serpiente no cumpliría nunca esos requisitos que Wagner propone; y sin embargo ella es reconocida como un carácter distintivo de Ophidia. Un carácter que, por ser algo real, puede ser objeto de una explicación evolutiva específica. De la ausencia de un órgano, o de una estructura, no puede hacerse un *análisis funcional*, porque un análisis de esa naturaleza consiste en apuntar el papel causal que la operación de un subsistema tiene en el funcionamiento del sistema que efectivamente lo incorpora como parte (Cummins, 1975, p. 765). Pero de esa ausencia puede darse una *explicación selecciona*l que muestre bajo qué condiciones, bajo qué secuencia

de presiones selectivas, la pérdida de esa estructura pudo resultar adaptativa.

Una *explicación selectional* es siempre, y como ya lo apunté en la Introducción, la explicación de una apomorfia; y esto es así hasta en el caso de las homoplasias. Tal como ocurriría, por ejemplo, con la posesión de membranas interdigitales en las extremidades posteriores que se da en esa zarigüeya semi-acuática, el *Chironectes minimus*, que en el Brasil es conocida como “gambá-d’agua” (Galliez *et al.*, 2009). Esta adaptación al nado constituye un carácter apomórfico si comparado con la ausencia de esas membranas que encontramos en las otras especies del género; entre las cuales también se encontraría el ancestro del *Chironectes minimus*. Pero, ese mismo carácter también constituye una homoplasia, una analogía, si comparado con la posesión de membranas interdigitales por parte de las nutrias. Con todo, a la hora de explicarlo siempre deberemos considerarlo como el estado derivado de un estado anterior o plesiomórfico: deberemos considerarlo como apomorfia. La homoplasia quedará siempre reducida a una semejanza accidental producida por procesos selectivos diferentes que generaron apomorfias en dos o más linajes independientes (Caponi, 2011b, pp.70-6).

Es pertinente aclarar, por otra parte, que lo que ocurre cuando comparamos especies diferentes, no es muy distinto de lo que ocurre cuando analizamos una variedad al interior de una especie, e intentamos explicar sus peculiaridades considerándolas como adaptaciones. Esto lo deja muy claro Robert Brandon cuando, al considerar el modo en el que las explicaciones por selección natural funcionan en el plano micro-evolutivo, señala a la “información filogenética sobre la polaridad de rasgos” (Brandon, 1990, p. 171) como uno de los componentes más importantes de cualquier explicación de una adaptación.

Brandon destaca cinco elementos que deberían componer una explicación idealmente completa de la adaptación:

- [1] Evidencia de que la selección natural ha ocurrido, esto es, que algunos tipos están mejor adaptados que otros al ambiente selectivamente relevante (y que eso ha resultado en reproducción diferencial);
- [2] una explicación ecológica del hecho de que algunos están mejor adaptados que otros;
- [3] evidencia de que las características en cuestión son heredables;
- [4] información sobre la estructura de la pobla-

ción tanto desde un punto de vista genético como selectivo, esto es, información sobre patrones de flujo genético y patrones de los ambientes selectivos; y [5] información filogenética concerniente a qué ha evolucionado a partir de qué, esto es, cuáles estados del carácter son primitivos y cuáles son evolucionados. (Brandon, 1990, p. 165)

Pero, cuando analiza ese *quinto elemento*, el de la información filogenética sobre la polaridad del rasgo en estudio, el propio Brandon dice que:

Pese a haber mencionado esa categoría al final, quizá ella debería ser listada en primer lugar, pues sin información sobre qué ha evolucionado a partir de qué, no podemos formular hipótesis significativas sobre si un rasgo es o no una adaptación [...]. La tolerancia a metales [pesados] evoluciona en poblaciones de plantas que crecen en suelos contaminados porque los tipos tolerantes están mejor adaptados a ese ambiente que los tipos no tolerantes. Pero supóngase que todos los miembros de alguna especie de planta, o sus ancestros, fuesen ya previamente tolerantes a esos metales aun sin haber estado nunca expuestos al suelo contaminado. En este caso, el hecho de que las plantas que crecen en suelo contaminado sean tolerantes a los metales pesados no exigiría una explicación en términos de adaptación. La tolerancia a metales no sería una adaptación en esa especie, sería una *aptación* [aptation]. (Brandon, 1990, p. 171)

Es decir: si un rasgo no puede ser entendido como la modificación de otro del cual pueda decirse que es su forma derivada; entonces tampoco puede ser considerado como una adaptación. O dicho con mayor precisión: un estado de carácter puede ser considerado como una adaptación si para él cabe la pregunta: por qué ese estado derivado y no más bien el estado primitivo; y es por eso que la información sobre la “polaridad de los rasgos” constituye una condición antecedente fundamental en toda explicación por selección natural que no quiera ser una mera *fábula adaptacionista*.

Esta última cuestión, sin embargo, es relativamente lateral al tema que aquí se está discutiendo. Lo que aquí más debe importarnos es la distinción entre la *explicación selectional de estados de caracteres de un linaje* y el *análisis funcional de partes o procesos de un sistema*. Ella será fundamental para entender la noción de *diseño biológico*. Pero, antes de proceder a analizar esta noción, será necesario que digamos algo más sobre la relación *parte-carácter*. Estas dos nociones, como acabamos de ver, no

deben ser confundidas; pero, aun así, es innegable que ellas están íntimamente ligadas y debemos comprender correctamente esa ligación.

Las partes de un ser vivo, ya lo dije y ahora lo repito, no son sus caracteres: la ausencia de patas en las serpientes son una ilustración clara de ello. Pero dichos caracteres no tendrían existencia alguna sin la configuración y disposición, o sin la ausencia o presencia, de esas partes. La configuración y disposición, o la ausencia o presencia, de los componentes y procesos de los seres vivos individuales, no sólo exhiben los caracteres de los linajes de los que esos seres vivos son parte; sino que, además, ellos le dan existencia. No hay caracteres sin partes, como no hay linajes de seres vivos sin organismos que puedan contar como ejemplares suyos; y esto, aunque sea algo trivial, habrá que tenerlo en cuenta cuando, a continuación, se proceda a definir qué es un *objeto diseñado* y qué es un *proceso de diseño*.

3 OBJETO DISEÑADO

Una definición precisa, pero al mismo tiempo general, de lo que hemos de entender por *objeto diseñado*, podría ser la siguiente: *X es un objeto diseñado en la medida en que alguno de sus caracteres sean el resultado de un proceso de cambio pautado por incrementos en la eficiencia con la que sus partes cumplen una función dentro de él* (Caponi, 2010c, p. 93); y lo que puede entenderse por *función* es, simplemente, el papel causal que algo cumple en el desarrollo de cualquier proceso causal o en el funcionamiento de cualquier sistema (Cummins, 1975; Caponi, 2010b). Pero, aunque esta definición de *función* sea sumamente amplia y tolerante, el concepto de *objeto diseñado* que puede delinearse a partir de ella ciertamente no lo es.

Según este modo de entender el concepto de *función*, cualquier proceso causal puede ser analizado funcionalmente, imputando a cada uno de sus elementos un papel causal en su desarrollo; y, a este respecto, la actitud radical de Margarita Ponce me parece la más correcta y coherente. Según ella, en un *análisis funcional*, la entidad funcional

[...] es, simplemente, el fenómeno o el hecho que comprendemos en virtud de sus consecuencias en cada caso de explicación; y la función es el efecto de la cosa funcional que contribuye a la consecución del

estado de cosas o del fenómeno por cuyas causas inquirimos en ese mismo proceso explicativo. (Ponce, 1987, p. 106)

Aunque yo, particularmente, preferiría expresar esa misma idea diciendo que, en un *análisis funcional*, el ítem funcional no es otra cosa que el fenómeno o elemento cuya contribución o intervención en la ocurrencia de un proceso particular queremos entender o destacar; y la *función* es la contribución o intervención, más o menos efectiva, más o menos eficiente, de dicha entidad en el mencionado proceso. Nuestro análisis privilegia un estado de cosas o un proceso como merecedor de explicación; y, a partir de ahí, sus condiciones de ocurrencia son pensadas en virtud de su *papel causal*, de su *función*, en su sostenimiento u ocurrencia.

Donde haya explicaciones causales, podríamos así decir, habrá siempre análisis y atribuciones funcionales posibles; porque esos análisis y esas imputaciones, como de algún modo también lo dice Margarita Ponce, no son más que el reverso de esas explicaciones y atribuciones causales (Ponce, 1987, p. 103). Pero, aunque todo proceso causal y todo sistema pueda ser funcionalmente analizado, y he aquí una obviedad que no siempre es tenida en cuenta, únicamente de algunos procesos y de algunos sistemas muy particulares puede decirse que han estado sometidos a procesos de cambio pautados por incrementos progresivos en la eficacia con la que algunos de sus elementos cumple un papel en su funcionamiento.

La luna, por ejemplo, cumple una función en el movimiento de las mareas: ella tiene un *papel causal* en ese proceso. Pero nada en la luna se ha modificado en virtud de un mejor cumplimiento de dicha función; ni tampoco ella está ahí en virtud de esa función: regular el movimiento de las mareas no es la razón de ser de la luna³. Por eso no la consideramos como un objeto diseñado. Por otro lado, aunque al escoger piedras para “hacer sapitos” en un estaque, constatemos que las aplanadas son más convenientes para el cumplimiento de esa fun-

³ La identificación entre *función* y *razón de ser* es el error que está en la base de la llamada *concepción etiológica del concepto de función*. En el caso de la aplicación de esa concepción a la Biología, dicho error cobra la forma de una identificación entre el concepto de *función* y el concepto de *adaptación* (Caponi, 2010b, p. 59).

ción que las más esféricas, tampoco diremos que aquellas son objetos diseñados: sus perfiles fueron modificados por agentes físicos que nada tenían que ver con el cumplimiento de esa u otra función (Caponi, 2010c, p. 91). Muy distinto es lo que ocurre, en cambio, con los dispositivos técnicos contruidos por agentes intencionales, como los seres humanos, y con las características de los seres vivos que han sido modeladas por la selección natural.

En el primer caso, las funciones en cuestión son los papeles que esos objetos cumplen en los procesos para cuya realización ellos fueron contruidos o adoptados; y así diremos que un hacha paleolítica es un objeto diseñado en la medida en que sus perfiles fueron modificados para mejor cumplir con la función de cortar o golpear. O diremos que una semilla cultivable es un objeto diseñado en la medida en que sus perfiles responden a un proceso de hibridación, de selección artificial o de manipulación genética, tendiente a incrementar su rendimiento en un determinado suelo o su resistencia a una plaga. Mientras tanto, en el caso de seres vivos no sometidos a ninguno de estos últimos procesos, diremos que ellos están diseñados en la medida en que sus caracteres se modificaron, por selección natural, en virtud de que dichas modificaciones permitían el mejor cumplimiento de alguna función biológica ejercida por las partes o procesos cuya disposición y configuración materializaban, o exhibían, dichos caracteres. Y por *función biológica*, lo aclaro, no debemos entender otra cosa que el papel causal que las estructuras o fenómenos orgánicos cumplen en la realización del ciclo vital de un determinado organismo (Caponi, 2010b, p. 62; 2010c, p. 83).

Este concepto de *función biológica* es, en efecto, un caso particular de la noción sistémica o procesal de *función* propuesta por Cummins (1975). Se trata simplemente de una versión específica de esta última noción que sería propia de las ciencias biológicas. Según la misma, decir que *Y es la función biológica de X en Z* supone: [1] que Z es el ciclo vital de un ser vivo; [2] que X produce Y; y [3] que Y tiene un papel causal en la realización de Z. Así, todo X tal que tenga un efecto Y que contribuya para que un organismo se preserve, se desarrolle y se reproduzca en un ambiente determinado, podrá ser descrito como poseyendo una función; y ésta no será otra que la contribución de X

al cumplimiento de esa preservación, de ese desarrollo y de esa reproducción (Caponi, 2010b, p. 59; Caponi, 2010c, p. 79).

Pero insisto en que poseer una función no es lo mismo que estar diseñado o que tener una *razón de ser*. Para que un ítem funcional pueda ser descrito como diseñado, o como poseyendo una *razón de ser*, es necesario que sus perfiles, como ya dije, se hayan modificado en virtud de un cumplimiento más eficiente de alguna función por él desempeñada. Por eso, aunque un elemento o proceso orgánico pueda cumplir una función en el ciclo vital de un organismo, no se dirá que él está diseñado para dicha función hasta tanto no se compruebe que su configuración o disposición exhibe, o materializa, un carácter que se ha modificado en virtud de que dicha modificación permitía un cumplimiento más eficaz de su papel causal al interior de ese ciclo (Caponi, 2010c, p. 95).

Incidentalmente, el olor que produce una planta al metabolizar una sustancia tóxica que está contaminando el terreno en la que ella crece, puede ayudarla a ahuyentar unos insectos que acaban de invadir la región; y entonces podrá decirse que ese olor acabó teniendo una función importante en el ciclo vital de la planta. Pero, aunque sea así, no podremos decir que la capacidad de producir ese olor sea una característica diseñada. Dicha capacidad no surgió como respuesta a la presión selectiva ejercida por la plaga. Ella, aunque útil como protección, no es una adaptación para el cumplimiento de dicha función; y esto nos coloca ante la relación indisoluble que existe entre diseño biológico y selección natural.

Un perfil orgánico es un carácter [naturalmente] diseñado, es una adaptación, si y sólo si, él fue modificado por selección natural en virtud de que dicha modificación permitía un cumplimiento más efectivo de alguna función biológica por parte de los componentes o procesos orgánicos que exhibieron dicha modificación. Es decir: se puede caracterizar a una estructura orgánica X como estando [naturalmente] diseñada para hacer Y, si y sólo si, se cumplen las siguientes condiciones: [1] Y es una función biológica de X, y [2] X exhibe un cambio de carácter, o un conjunto de cambios de caracteres, produci-

do por la selección natural en virtud de que X haya sido mas eficiente en la realización de Y que sus variantes alternativas (Allen & Bekoff, 1998, p. 578; Caponi, 2010c, p. 94).

4 PROCESO DE DISEÑO

De lo dicho hasta aquí, por otra parte, también es posible derivar una definición general de *proceso de diseño*: éste es justamente un proceso orientado por la detección y refuerzo de la efectividad del desempeño funcional de un elemento al interior de un sistema. La erosión hídrica que modela los cantos rodados haciéndolos progresivamente más adecuados para su uso como proyectiles no es, en este sentido, un proceso de diseño: él no registra ese incremento en el posible desempeño de las piedras como proyectiles, ni tampoco se orienta por su progresiva acentuación. Y tampoco es un proceso de diseño el incremento de la humedad del aire que aumenta su capacidad de conducir descargas eléctricas. El aire funciona como conductor de esas descargas, y el incremento de la humedad aumenta esa conductividad; pero, dicho incremento de la humedad, no estuvo ni pautado, ni ordenado, ni orientado, bajo ningún punto de vista, por ese aumento de la eficiencia del aire en el desempeño de su habitual función conductora.

El tallado de una piedra, hecho por un hombre para hacer de ella un hacha, sí es, en cambio, un proceso de diseño: el tallador va escogiendo perfiles de la piedra que puedan prestarse a la forma y uso que él quiere darle a esa herramienta, y los va modelando para mejor adecuarlos a dicho uso. Pero, aunque eso sea, evidentemente, un proceso de diseño, la producción accidental de lascas de piedra que se van desprendiendo de la pieza que está siendo tallada, no lo es; aun cuando esas lascas después puedan servir para hacer punzones con los cuales coser el cuero. Es decir: la piedra con la que se inició todo el proceso, aunque seguramente fue escogida por su forma conveniente, *funcional*, no es un objeto diseñado: ella no es resultado de un proceso de diseño; como tampoco lo son, por otro lado, las lascas que se desprenden de ella durante el tallado. Aunque éstas, luego y accidentalmente, también se muestren convenientes para la manufactura de otras herramientas.

El martillar del tallador sobre la piedra es un proceso de diseño en lo atinente al hacha; pero no lo es en lo atinente a las lascas: con relación a éstas ese martillar es semejante a la acción del agua sobre los cantos rodados. Cuando la obtención, o el incremento, de un desempeño funcional se encuentra sólo del lado de los efectos de un proceso, éste no es un proceso de diseño; para que lo sea es necesario que, de alguna forma, ese incremento esté del lado de las causas que ordenan y pautan ese proceso. Y esto lo vemos en lo que suele ocurrir con nuestros zapatos después de un año de andarlos. El uso, con el tiempo, produce modificaciones en ellos que, en general, los hacen más confortables; pero nadie dirá que esos cambios son mejoras de diseño: esos cambios son, simplemente, deformaciones producidas por un proceso totalmente ajeno a esa eventual mejora funcional. El uso, aunque muchas veces mejora, y de un modo pronunciado, la funcionalidad de los objetos utilizados, no es un proceso de diseño: no hagamos *de miseria virtud*.

La selección natural, en cambio, sí es un proceso de diseño (Dennett, 1995, p. 187; Caponi, 2002, p. 15): ella va modificando los caracteres de los diferentes linajes de seres vivos siguiendo, de una manera oportunista y puntillosa, la senda que le marcan, que le imponen, pequeñas, o no tan pequeñas, diferencias e incrementos del desempeño funcional de las distintas partes y pautas comportamentales de dichos seres. Pautas comportamentales y partes morfológicas cuyas variantes exhiben, siempre vale subrayarlo, diferentes estados posibles de esos caracteres. La selección natural registra y acentúa, por acumulación, dichas diferencias en el cumplimiento de lo que aquí llamé *funciones biológicas*; y ella sólo actúa, ella sólo modela los caracteres, en virtud de dichas diferencias. Dennett ha dicho, por eso, que “el trabajo hecho por la selección natural es *Investigación & Desarrollo*” (Dennett, 1995, p. 185); y Francisco Ayala usó la feliz fórmula “diseño sin diseñador” (Ayala, 2004, p. 52) para referirse al resultado de ese proceso estricta y claramente pautado por el incremento de la efectividad con la que se cumplen diferentes funciones biológicas.

5 FUNCIÓN Y ADAPTACIÓN

De la configuración anatómica de las serpientes que exhibe esa apomorfia que es la ausencia de extremidades, puede decirse que está

naturalmente diseñada, porque fue la selección natural la que la produjo en virtud de que ella, la configuración anatómica, optimizaba una forma de locomoción adecuada a las estrategias de supervivencia desplegadas por esos vertebrados. Esa apomorfia es, por lo tanto, una adaptación; aunque ella, la ausencia de extremidades, no tenga, en sentido estricto, ninguna función: la que tiene una función es la configuración o disposición morfológica que exhibe dicha apomorfia. Pero que no se crea que todo esto no sea más que un mero y pueril regodeo en la paradoja. Lo que ocurre es que debemos evitar la confusión entre dos niveles de discurso: aquel en el que se desarrolla el *análisis funcional*; y aquel en el que se formulan las explicaciones por selección natural.

Aquéllos, los *análisis funcionales*, apuntan a los ciclos vitales de los seres vivos individuales; intentando determinar cómo las diferentes partes, comportamientos y procesos fisiológicos de esos organismos, contribuyen a la realización de esos ciclos vitales. La Fisiología, la Biología del Desarrollo *tout court*, y la Autoecología son los espacios disciplinares específicos de esos análisis; y, sobre todo si pensamos en el caso de la Autoecología, también podríamos hacer extensivos esos análisis funcionales a los recursos que los diferentes seres vivos necesitan para sobrevivir y reproducirse: los polinizadores de una planta, sin duda, tienen una función importante en el ciclo vital de esa planta que ellos polinizan. Las explicaciones por selección natural, mientras tanto, apuntan al devenir de los diferentes linajes de seres vivos; y, aunque ellas no puedan dejar de valerse de los análisis funcionales de la Fisiología, de la Biología del Desarrollo, y, sobre todo, de la Autoecología, ellas tampoco deben ser nunca confundidas con éstos (Caponi, 2010b, p. 67; 2010c, p. 89).

Diferentemente de lo que ocurre con las *explicaciones seleccionales*, los análisis de la Fisiología, de la Biología del Desarrollo y de la Autoecología no son de naturaleza histórica (Morange, 2011, p. 149): ellos, para decirlo gráficamente, podrían ser llevados a cabo en el mundo plano, sin profundidad temporal, ni de ninguna otra naturaleza, del *diseño inteligente*. Para entender la función del corazón, de una etapa de la ontogenia, o de un comportamiento, no es necesario ser un evolucionista, basta con examinar el ciclo de vida de un organismo y de ahí inferir cuál es la posible contribución causal, en ese ciclo de vida, de

esa estructura, proceso, momento o comportamiento que estamos examinando. Ésa, claro, no es una tarea fácil; pero ella, por sí sola, no da lugar a una explicación por selección natural. Para ingresar en el plano de las explicaciones por selección natural es necesario que los seres vivos dejen de ser vistos como meros organismos y pasen a ser considerados como ejemplares de linajes; y es ahí, sólo desde esa perspectiva histórica, que las nociones de *carácter*, de *estado de carácter* y de *adaptación* cobran sentido.

Una adaptación no es una estructura que cumple una función; ella es un estado derivado de carácter, ella es una apomorfía, producto de la selección natural. Y ésta es una fuerza cuyo accionar sólo se registra en el plano de los linajes: la selección natural no modifica organismos, ella modifica linajes: ella no modifica partes de organismos, ella modifica caracteres de linajes; y son los estados de esos caracteres así modificados, los que pueden ser entendidos como adaptaciones. Por eso, por más que se analice un organismo, se distingan sus partes, y se intente identificar la posible contribución de éstas en el ciclo de vida de aquél; no por eso se estarán identificando adaptaciones. Para que esto sea posible es necesario que esas partes sean consideradas como exhibiendo estados de caracteres; y esto sólo se consigue asumiendo una perspectiva histórica. Un estado de carácter es derivado o primitivo, apomórfico o plesiomórfico; y sólo cuando hemos determinado que estamos ante una apomorfía es que podemos formular la escandalosa pregunta darwiniana fundamental: *¿por que la apomorfía y no más bien la plesiomorfía?* Siendo muy posible que la respuesta para ella tenga algo que ver con la selección natural.

6 CONCLUSIÓN

Es decir para que se pueda reconocer a las estructuras biológicas como objetos diseñados, y no como meros objetos o sistemas funcionales, hay que asumir una perspectiva histórica: hay que primero reconocer sus perfiles como estados derivados de un estado primitivo, para luego determinar si fue o no la selección natural la que patrocinó esa modificación. Contrariamente a lo sostenido por los defensores de la llamada “concepción etiológica del concepto de función” (Chediak, 2011, p. 87), tenemos que asumir que la noción histórica, la noción realmente etiológica, no es por lo tanto la noción de

función. Ésta, como dije antes, opera muy bien en el mudo a-histórico de disciplinas como la Fisiología y la Autoecología. Las que sí son nociones eminentemente históricas, y esto claro que no es ninguna novedad, son las nociones de *adaptación* y de *diseño biológico*. Ellas sólo tienen sentido cuando, en lugar de hablar simplemente de partes, atributos, comportamientos o procesos observables en organismos, o en conjuntos de organismos, pasamos a hablar de esos organismos considerándolos como ejemplares de linajes que exhiben estados de caracteres. Son éstos, en suma, los que pueden llegar a tener una *razón de ser*. Las perplejidades de Lewontin y las dificultades que la *concepción etiológica de función* no deja de presentar, tienen que ver con el hecho de no haber visto la diferencia existente entre esos dos niveles de discurso.

Distinciones que los biólogos reconocen y asumen con claridad en el ejercicio efectivo de su ciencia, son ignoradas, incluso por ellos mismos, cuando se ingresa en el plano de la discusión epistemológica. Pero esas confusiones *meramente* epistemológicas no dejan ser síntomas de que hay cosas que no están del todo claras en el propio discurso científico. Por eso es conveniente que las denunciemos y nos cuidemos de ellas. En algún lugar, en algún momento, esas confusiones van acabar obstaculizando el desarrollo de la ciencia; haciendo que ésta se enrede, se extravíe y se demore en discusiones cuyo única razón de ser está en esos malentendidos que el discurso epistemológico pone en evidencia y que sólo el propio análisis epistemológico, la *vigilancia epistemológica*, puede permitirnos superar. La enseñanza de la ciencia es, por otra parte, muy sensible a dichas confusiones; y denunciarlas ya es, según entiendo, una contribución para el perfeccionamiento de la didáctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN Collin; BEKOFF, Mark. Biological function, adaptation, and natural design. Pp. 571-588, *in*: ALLEN, Collin; BEKOFF, Mark; LAUDER, George (eds.). *Nature's purpose: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998.
- AMORIN, Dalton. *Elementos básicos de sistemática filogenética*. Ribeirão Preto: Holos, 1997.

- AYALA, Francisco. In William Paley shadow: Darwin's explanation of design. *Ludus Vitalis*, **12**: 53-66, 2004.
- BRANDON, Robert. *Adaptation and Environment*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- CAPONI, Gustavo. La distinción entre linajes y sistemas: una contribución al entendimiento de la individualidad de los taxones biológicos. *Filosofia e História da Biologia*, **6** (1): 37-47, 2011 (a).
- . *La segunda agenda darwiniana: contribución preliminar a una historia del programa adaptacionista*. México: Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano, 2011 (b).
- . La biología evolucionaria desenvolvimental según su ideal de orden natural. *Princípios*, **17** (27): 5-29, 2010 (a).
- . Análisis funcionales y explicaciones seleccionales en biología: una crítica de la concepción etiológica del concepto de función. *Ideas y Valores*, **58** (143): 51-72, 2010 (b).
- . Función, adaptación y diseño en biología. *Signos Filosóficos*, **12** (24): 71-101, 2010 (c).
- . La sabiduría de las especies: las poblaciones biológicas como sistemas cognitivos. *Ludus Vitalis*, **18**: 9-38, 2002.
- CHEDIAK, Karla. Função e explicações funcionais em biologia. Pp. 83-96, in: ABRANTES, Paulo (ed.). *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- CUMMINS, Robert. Functional analysis. *The Journal of Philosophy*, **20**: 741-765, 1975.
- DENNETT, Daniel. *Darwin's dangerous idea*. London: Penguin, 1995.
- FISTRUP, Kurt. Character: current usages. Pp.45-51, in: FOX KELLER, Evelyn; LLOYD, Elisabeth (eds.). *Keywords in evolutionary biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1992.
- . A history of character concepts in evolutionary biology. Pp.13-36, in: WAGNER, Gunter (ed.). *The character concept in evolutionary biology*. San Diego: Academic Press, 2001.
- GALLIEZ, Maron; LEITE, Melina; QUEIROZ, Thiago; FERNANDEZ, Fernando. Ecology of the water opossum *Chironectes minimus* in Atlantic forest streams of southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy*, **90**: 93-103, 2009.
- GARSON, Justin. Function and teleology. Pp. 525-549, in: SARKAR, Sahotra; PLUTYNSKI, Anya (eds.). *A companion to the philosophy of biology*. Malden: Blackwell, 2008.

- GAYON, Jean. Les biologistes ont-ils besoin du concept de fonction? *Palevol*, **5**: 479-487, 2006.
- . Raisonnement fonctionnel et niveaux d'organisation en biologie. Pp. 125-138, in: GAYON, Jean; RICQLÈS, Armand (eds.). *Les fonctions: des organismes aux artefacts*. Paris: PUF, 2010.
- GHISELIN, Michael. *Metaphysics and the origin of species*. Albany: Suny Press, 1997.
- . Homology as a relation of correspondence between parts of individuals. *Theory in Bioscience*, **124**: 91-103, 2005.
- HENNING, Willi. *Elementos de una sistemática filogenética*. Trad. Horstpeter Ulbrich. Buenos Aires: Eudeba, 1968.
- LEWONTIN, Richard C. La adaptación. *Scientific American Spain, Revista Investigación y Ciencia*, **26**: 139-152, 1978.
- . *The triple helix*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- MORANGE, Michel. *La vie, l'évolution et l'histoire*. Paris: Odile Jacob, 2011.
- PONCE, Margarita. *La explicación teleológica*. México: UNAM, 1987.
- WAGNER, Günter. Characters, units and natural kinds: an introduction. Pp. 1-10, in: WAGNER, Günter (ed.). *The character concept in evolutionary biology*. San Diego: Academic Press, 2001.

Data de submissão: 21/03/2011.

Aprovado para publicação: 07/07/2011.

O papel do núcleo na herança (1870-1900), um estudo de caso: A teoria dos idioblastos de O. Hertwig

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins *

Resumo: Vários pesquisadores, nas duas últimas décadas do século XIX, sugeriram que as características hereditárias fossem transmitidas pelo núcleo celular e – mais particularmente – pelos cromossomos. O objetivo deste artigo é discutir uma das contribuições dentro deste período: a teoria dos idioblastos de Oscar Hertwig. Ele acreditava que as partículas básicas portadoras das características hereditárias, os “idioblastos”, estavam localizadas nos cromossomos nucleares, mas que se agrupavam apenas temporariamente, uma vez que os cromossomos não eram visíveis nas fases de repouso celular. Será também considerado o contexto científico da época, bem como algumas das críticas que Hertwig apresentou em relação a outras teorias de herança como a de Weismann, por exemplo. Este estudo levou à conclusão de que, além da própria pesquisa de Hertwig, as evidências experimentais obtidas a partir da citologia e embriologia por outros autores, contribuíram para que sua proposta se diferenciasse dos modelos microscópicos que haviam sido propostos anteriormente no século XIX como os de Darwin e Spencer, por exemplo.

Palavras-chave: história da herança; Hertwig, Oscar; idioblastos

The role of the nucleus in inheritance (1870-1900), a case-study: O. Hertwig's theory of idioblasts

Abstract: During the last two decades of the 19th century several researchers suggested that the hereditary characteristics were transmitted by the cell nucleus, particularly by the chromosomes. The aim of this paper is to discuss one of the contributions from this period: Oscar Hertwig's theory of idio-

* Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP. Departamento de Biologia. Avenida dos Bandeirantes, 3900. Monte Alegre. Ribeirão Preto, SP. CEP: 14040-901. E-mail: lacpm@ffclrp.usp.br.

blasts. Hertwig believed that the particles, which were the bearers of the hereditary characteristics, the “idioblasts”, were located on the nuclear chromosomes and could be grouped only temporarily, since the chromosomes could not be seen during the rest phases of the cell division. It will also be taken into account during the scientific context of that time, including Hertwig’s critiques of other theories of inheritance of that time, such as Weismann’s theory of inheritance, for instance. This study led to the conclusion that besides Hertwig’s own research, the cytological and embryological evidence provided by other authors made his proposal different from the previous 19th microscopical models such as Darwin’s or Spencer’s ones.

Key-words: history of inheritance; Hertwig, Oscar; idioblasts

1 INTRODUÇÃO

Vários pesquisadores nas duas últimas décadas do século XIX tais como August Weismann (1834-1914), Carl Nägeli (1817-1891) e William Kethth Brooks (1848-1908) sugeriram que as características hereditárias fossem transmitidas pelo núcleo celular e – mais particularmente – pelos cromossomos.

O objetivo deste trabalho é discutir uma das contribuições dentro desse período: a teoria dos idioblastos de Oscar Hertwig (1849-1922). Uma primeira versão, ainda muito vaga da mesma, foi apresentada em sua obra de 1892, *Die Zell und Gewebe*¹. Será também considerado o contexto da época, bem como algumas críticas que Hertwig apresentou em relação à teoria de Weismann.

As partículas básicas portadoras das características hereditárias, para Hertwig, seriam os “idioblastos” – algo aproximadamente no mesmo nível que os pangenes de Hugo de Vries (Martins, 2000a, p. 260; Polizello, 2009, pp. 12-15) ou os determinantes de Weismann (Martins, 2000b; Martins, 2003, pp. 60-62; Polizello, 2009, pp. 15-19). Hertwig acreditava que os idioblastos se agrupariam apenas temporariamente nos cromossomos, já que nas fases de repouso celular essas estruturas não eram visíveis. Nas fases intermediárias, ocorreria uma dissolução dos cromossomos em seus idioblastos e, então, os idioblastos se duplicariam. Apenas durante a divisão eles se organizariam novamente em cromossomos. Ou seja: não haveria continuidade

¹ Utilizamos a tradução francesa: Hertwig, *La cellule*.

dos cromossomos (Churchill 1970, pp. 434-437). Essa visão de Hertwig permitia imaginar uma fusão efetiva de caracteres paternos e maternos para formar um novo indivíduo e trouxe sérias implicações para a discussão de um aspecto que assumiria grande importância nas fases posteriores: a questão da continuidade ou não dos cromossomos.

Hertwig estudou medicina em Jena, sendo inicialmente aluno de Ernst Haeckel (1834-1919). Foi também aluno de Max Schultze (1825-1874) em Bonn e se tornou assistente no Instituto de Anatomia. Embora em seu primeiro trabalho tratasse de histologia, mais tarde, durante uma viagem ao Mediterrâneo, Hertwig interessou-se pelo estudo da fertilização no ouriço do mar, estimulado por Haeckel. Atuou como docente nas Universidades de Jena e Berlin, lecionando anatomia, anatomia comparada, histologia e teoria do desenvolvimento (Stubbe, 1972, p. 244).

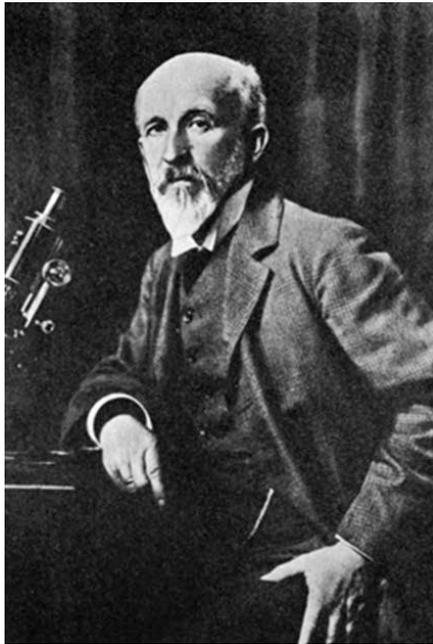


Fig. 1. Oscar Hertwig (1849-1922). Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Oscar_Hertwig>.

2 UM PANORAMA GERAL DA SITUAÇÃO

Durante o século XIX apareceram várias teorias que apresentavam modelos microscópicos para explicar a hereditariedade como a hipótese da pangênese de Darwin, as unidades fisiológicas de Spencer ou a teoria das estirpes de Francis Galton (1822-1911), por exemplo (Ver a respeito em Castañeda, 1992; Polizello, 2009). Entretanto, até 1870, de um modo geral, elas não se baseavam em evidências citológicas ou experimentais.

No período compreendido entre 1870-1900, a citologia e a embriologia já tinham adquirido certo desenvolvimento, o que auxiliou os estudos sobre a base física da hereditariedade e desenvolvimento. Pode-se dizer que alguns avanços técnicos facilitaram o estudo citológico: a descoberta de novos fixadores e corantes úteis para o estudo das células (especialmente por Paul Ehrlich e seus colaboradores, na década de 1870) e, em 1886, Ernst Abbe desenvolvera microscópios com objetiva de imersão, sem aberração cromática, capazes de ampliações de 2.500 vezes (Moore 1986, p. 617; Coleman, 1963, p. 130; Portugal & Cohen, 1977, pp. 35-36). Com esses avanços, a técnica microscópica chegou próxima ao seu limite máximo de resolução².

No entanto, é importante enfatizar que, mesmo assim, havia grandes dificuldades observacionais. Quando as células não são fixadas e coradas, é difícil observar seu conteúdo. Por outro lado, quando se observa células mortas, fixadas e coradas, não é possível determinar qual a sequência de eventos que leva a cada situação (por exemplo, durante a divisão celular). Além disso, suspeitava-se que o processo de fixação e utilização de corantes poderia introduzir “artefatos”, ou seja, falsas aparências simulando estruturas celulares inexistentes. Por fim, aquilo que era observado precisava ser *interpretado*, e essa interpretação dependia muito das suposições teóricas do observador (Baxter & Farley, 1979, p. 139).

Era extremamente importante entender a natureza dos diferentes eventos que ocorrem durante a fertilização. Desde o século XVIII, através dos experimentos de Lazzaro Spallanzani (1729-1799), sabia-

² Apenas os microscópios de contraste de fase e eletrônicos, no século XX, ultrapassaram a resolução desses microscópios do final do século XIX.

se que o espermatozóide desempenhava um papel essencial na fertilização³. Porém, não se soube como isso ocorria até 1875 (Stubbe, 1972, p. 246). Na década de 1870, o processo de fecundação foi estudado detalhadamente por vários investigadores. Um passo importante foi dado por Leopold Auerbach, que em 1874 observou a existência de dois núcleos em ovos de vermes (*Ascaris nigrovenosa* e *Strongylus auricularis*), logo após a fertilização. Ele percebeu que os núcleos se deslocavam até o centro do ovo e se fundiam. Depois disso, ocorria a primeira divisão celular (Portugal & Cohen, 1977, p. 43). Estimulado por esse trabalho, Oscar Hertwig (em 1875) estudou a fecundação de ouriços do mar (*Toxopneustes lividus*)⁴, em seu estado natural e conseguiu registrar cada estágio do processo através de preparações microscópicas coradas. Hermann Fol (em 1877) estudou a fertilização da estrela do mar. Eles concluíram que um núcleo de espermatozóide entrava no óvulo, onde se fundia com seu núcleo (Baxter & Farley, 1979, p. 140), ou seja, nas palavras de Hertwig, que “a fertilização dependia da fusão de dois núcleos sexualmente diferenciados” (Stubbe, 1972, p. 246). Embora Hertwig não tivesse visto o processo de penetração, seu trabalho sugeria fortemente que a fertilização era realizada por um único espermatozóide⁵. Argumentou que essa fusão de dois núcleos era o objetivo da fertilização e efetivamente apresentou evidências contrárias à antiga crença (ainda aceita por Charles

³ Sobre as contribuições de Spallanzani, ver, por exemplo, Prestes, 2003.

⁴ A escolha do material de estudo era muito importante. Hertwig utilizou o ouriço do mar por ter sexos separados, permitindo inseminação artificial; por ter ovos pequenos e facilmente visíveis ao microscópio; e pela facilidade de conservar óvulos e espermatozóides na água do mar (Portugal & Cohen, 1977, p. 44).

⁵ Estudando a fecundação de óvulos do ouriço do mar, Hertwig observou, na verdade, que logo após a fertilização os óvulos pareciam ter dois núcleos. Um deles aparecia perto da superfície e Hertwig *imaginou* que fosse proveniente do espermatozóide. O outro, central, parecia ser o núcleo original do óvulo. Após 10 minutos, o núcleo periférico se aproximava do núcleo central e após mais alguns minutos só se via um núcleo. Isso sugeria que os núcleos do espermatozóide e do óvulo se fundiam em um só (Moore 1986, p. 630; Coleman 1963, p. 137). É claro que, também aqui, houve dúvidas, debates e críticas. Inicialmente, Strasburger e Van Beneden ofereceram grande resistência às ideias de Hertwig. Foi principalmente o trabalho de Fol que convenceu a maior parte dos pesquisadores (Coleman, 1963, p. 138).

Darwin) de que vários espermatozóides eram necessários para fertilizar um único óvulo.

No final da década de 1870 e início da década seguinte, a embriologia se beneficiou com os estudos de Charles Whitman (1878), Carl Rabl (1879), Edoard Van Beneden (1884), dentre outros. Eles observaram que o processo de formação do embrião, por divisão do óvulo fecundado, era perfeitamente regular e ordenado, o que permitia seguir a formação de cada tecido ou órgão, célula por célula.

O processo de divisão celular, que era inicialmente concebido apenas como uma divisão total, de uma só vez, de todo o seu conteúdo (Coleman, 1963, p. 130) passou a ser visto de outra forma com os trabalhos de Otto Butschli (1848-1920), Eduard Strasburger (1844-1912), O. Hertwig e Hermann Fol (1845-1892). Eles mostraram que o núcleo sofria modificações fora da divisão celular e não desaparecia como se pensava antes (Hertwig, 1903, pp. 188-189). Em 1873, Anton Schneider descreveu aquilo que chamamos de cromossomos em várias etapas da divisão celular, notando que a metade deles ia para cada uma das novas células (Baker, 1955, p. 463). Ele observou o processo que ocorre na divisão celular, que chamamos de mitose, percebendo que a divisão do núcleo ocorria antes do que a do corpo celular. Ele observou o surgimento de certos “fios”⁶ e sua separação, durante a divisão. A partir de então, o papel do núcleo na divisão celular passou a ser considerado de grande importância.

As descrições nucleares típicas da década de 1880, como as de Strasburger (ver Strasburger, em Suñer, *Classics of biology*, pp. 87-88), por exemplo, indicavam claramente a existência de uma rede ou estrutura no núcleo em repouso (na intérfase), que depois se transformava em um fio contínuo; os cromossomos resultariam da *quebra* desse fio em segmentos. Estes sugeriam que os cromossomos eram constituídos por uma série de pequenos discos unidos entre si, o que era compatível com essas transformações. Apenas as partículas ou discos cromáticos teriam uma existência contínua. Os cromossomos seriam estruturas temporárias (*Ibid.*, p. 89)⁷. Nesse sentido, Hertwig

⁶ Esses “fios” eram aquilo que chamamos de “cromossomos”. Tal tipo de componente celular já havia sido descrito algumas vezes, antes, mas sem atrair atenção.

⁷ Outro pesquisador, Walther Flemming, que havia feito estudos detalhados sobre a

apresentou uma mudança em relação ao conceito de núcleo admitido por Mathias Schleiden e Theodor Schwann (ver a respeito em Prestes, 1997). Hertwig assim se expressou:

Nós não definimos mais, como Schleiden e Schwann, o núcleo como uma pequena vesícula que se situa na célula, mas como um quantum de propriedades nucleares especiais distintas do protoplasma e diferenciadas até certo ponto, substâncias que podem aparecer sob formas muito diversas, tanto no estado de repouso quanto no estado de divisão. (Hertwig, 1903, p. 37)

Acerca da segmentação nuclear em vários animais e vegetais, Hertwig comentou:

A essência desse processo consiste na separação nítida das diversas substâncias químicas que existem no núcleo em repouso, adquirindo dispositivos típicos e entrando em relação direta com o corpo protoplásmico, após a desapareição da membrana nuclear. O que importa aqui é a disposição regular da nucleína⁸. É ela que foi melhor estudada em detalhes, enquanto que aquilo que concerne ao tipo das outras substâncias do núcleo é ainda, sob muitos pontos de vista cercado de obstáculos. (Hertwig, 1903, p. 17)

Ao estudar a mitose em *Salamandra maculata*, Walter Flemming supôs que na prófase os cromossomos estariam unidos por suas extremidades, formando um tipo de novelo contínuo, que se quebraria somente durante a divisão celular em cromossomos isolados. Na intérfase, ele considerava que a cromatina formava um tipo de teia ou rede (Portugal & Cohen, 1977, p. 39; Baker, 1955, p. 469).

Em 1881, Wilhelm Pfitzner observou grandes filamentos cromáticos na salamandra, de modo análogo a Flemming. Ele ilustrou um artigo com um segmento de fibrila que se apresentava como uma corda dupla de grãos esféricos. Ele acreditava que os grânulos cromá-

mitose tanto em células vivas como em células fixadas de salamandra, continuou considerando os cromossomos como sendo estruturas temporárias, enquanto que os microssomos (discos de cromatina) seriam permanentes, e, portanto, mais importantes (Portugal & Cohen, 1977, p. 39; Baker, 1955, p. 469).

⁸ Em 1869, Johann Miescher isolou uma nova substância, rica em fósforo, extraída dos núcleos celulares e que denominou *nucleína* (Portugal & Cohen, 1977, p. 15). Mais tarde, essa substância seria identificada como o atual DNA.

ticos eram moléculas grandes e complexas, constituídas por muitos átomos e que eles se quebravam em dois durante a divisão. O mesmo tipo de evidência foi utilizado por E. G. Balbiani, do *College de France*, nos óvulos de coelho (Robinson, 1979, p. 143).

Até 1882, não havia surgido a preocupação de contar os cromossomos, pois parecia tratar-se de corpos temporários. Nesse ano, no entanto, Flemming contou cromossomos em salamandras e Strasburger estabeleceu o número de cromossomos de algumas liliáceas. Trabalhos posteriores de Karl Rabl, Nussbaum e Van Beneden confirmaram a existência de um número definido em várias espécies (Stubbe, 1972, p. 248). Rabl, em 1885, considerou que os cromossomos tinham existência contínua (mesmo quando não podiam ser vistos) e individualidade. Defendeu que eles não perdiam sua individualidade e não se fundiam em um fio único (como Flemming acreditava), pois na salamandra ainda podiam ser vistos como isolados, um pouco antes de se tornarem invisíveis (Portugal & Cohen, 1977, pp. 45-46).

Em suas investigações Flemming, Van Beneden e Heuser, em 1883 e 1884, constataram que durante a divisão celular os cromossomos se dividiam longitudinalmente, e que as duas metades de cada cromossomo passavam para os dois núcleos das células filhas. Concluíram que a divisão da substância nuclear era um cuidadoso processo de separação, em partes qualitativamente iguais, de todo o material dos cromossomos. Foi esse processo que levou os partidários da pré-formação nuclear a defender que o processo teria por objetivo produzir cópias exatas dos cromossomos originais na célula-filha (Bowler, 1989, p. 87).

Na mesma época, Van Beneden observou que, durante a fertilização do óvulo do verme *Ascaris megalcephala*, os cromossomos da prole provêm em igual número das duas células germinais, portanto, em igual número de ambos os progenitores. Porém, ele apresentou uma interpretação curiosa da fecundação. Supôs que o óvulo fecundado, que vai produzir o organismo, é de natureza hermafrodita, por provir da união de um elemento masculino e de outro feminino (Churchill 1970, p. 430). Todas as células do organismo teriam essa mesma característica hermafrodita, que precisaria ser alterada na produção das células germinativas. Assim, na produção dos óvulos, seria necessário ocorrer a expulsão da metade masculina do material nuclear, e essa

seria a razão da formação dos corpúsculos polares (Baxter & Farley 1979, p. 142; Portugal & Cohen, 1977, p. 46). De acordo com essa visão, os cromossomos de origem materna e paterna nunca se fundiam e mantinham sua identidade durante todas as fases do ciclo celular. Este argumento foi severamente contestado por Hertwig.

Embora vários estudiosos houvessem encontrado indícios de que o núcleo desempenhava um importante papel na hereditariedade e que os cromossomos tinham relação com o processo, não havia unanimidade a este respeito. Vários deles, como Rudolph Fick, consideravam que isso tudo “não era produto da microscopia e que não passava de uma filosofia celular”. Fick, dentre outros, não aceitava que os cromossomos mantivessem sua individualidade durante a divisão celular (Robinson, 1979, p. 187).

3 O NÚCLEO E A HEREDITARIEDADE

Em 1884-1885, O. Hertwig, Rudolf Kölliker e Strasburger sugeriram que o núcleo celular – e, mais particularmente, a substância nuclear ou cromatina – deveriam ser considerados como sendo os portadores da base física da hereditariedade⁹. Strasburger estudou o processo de fertilização em vegetais, e concluiu que o núcleo masculino contido nos grãos de pólen penetrava no óvulo (Portugal & Cohen, 1977, p. 47).

Hertwig fez as seguintes considerações a respeito da hereditariedade:

As células sexuais devem possuir propriedades e características numerosas, que nos são ocultas, mas cuja existência torna possível o produto final. Esses caracteres escondidos ou latentes manifestam-se progressivamente no curso do desenvolvimento e são chamados tendências (*Anlagen*). O organismo desenvolvido é até certo ponto, pré-formado ou está potencialmente contido no conjunto das tendências. (Hertwig, 1903, p. 313)

⁹ Haeckel já havia sugerido tal concepção em 1866, porém sem nenhuma base fatural. Deve-se notar que Hertwig e Strasburger foram alunos de Haeckel e que suas ideias podem ter influenciado as pesquisas daqueles (Coleman 1963, p. 128, pp. 145-146).

Hertwig e Strasburger admitiam a hipótese de que os núcleos são portadores dos caracteres hereditários, atribuindo à substância nuclear um papel diferente daquela que constitui o protoplasma. Para isso eles se basearam no estudo dos fenômenos da fecundação e em reflexões teóricas (ver Hertwig, 1903, p. 323). Os estudos da divisão celular pareciam indicar que todas as células recebiam sempre núcleos iguais, constituídos por cromossomos iguais aos das células-mãe. Como poderia surgir a diferença entre os vários tipos de células dos tecidos nervoso, epitelial, ósseo, etc.? No decorrer da década de 1880, Wilhelm Roux (1850-1924) sugeriu que poderia haver uma distribuição de cromossomos qualitativamente diferentes entre as células filhas, de tal modo a torná-las diferenciadas (Portugal & Cohen, 1977, p. 47).

A partir da década de 1880 surgiram diversas teorias de hereditariedade tais como a do “idioplasma” de Nägeli (1884), a do “plasma germinal” de Weismann (1885), a dos “pangenes” de De Vries (1889), a segunda teoria (dos “determinantes”) de Weismann (1892), a teoria dos “idioblastos” de Hertwig (1892) etc. Durante as décadas de 1880 e 1890, houve uma contínua troca e influência mútua de estudos teóricos e experimentais¹⁰.

Deve-se enfatizar que, nesse período, não existia uma distinção rígida entre estudos sobre hereditariedade e alguns outros campos – como o estudo de citologia, fertilização, embriologia ou ontogenia, regeneração de tecidos, evolução etc.

¹⁰ Houve várias outras propostas durante essa fase, que não serão apresentadas aqui porque tiveram menor impacto. Jaeger (1879) procurou alterar a teoria de Darwin, substituindo as gêmulas por certas substâncias odoríficas, capazes de penetrar as paredes celulares. Brooks (1883) modificou a hipótese da pangênese, supondo que apenas nos machos há emissão de gêmulas e que só eles podem produzir em seus descendentes efeitos devidos às características adquiridas. As fêmeas, pelo contrário, só possuiriam germes imutáveis (como os de Galton). Estas e várias outras propostas podem ser estudadas em Délage, 1903, pp. 596-622.

4 ARGUMENTOS EM FAVOR DO PAPEL DO NÚCLEO NA HEREDITARIEDADE

Baseando-se nas evidências favoráveis à relevância do papel do núcleo na hereditariedade que haviam sido obtidas tanto por Flemming e outros citologistas, como por embriologistas experimentais como Pflüger, por exemplo (ver Robinson, 1979, pp. 150-51), Hertwig apresentou de forma extremamente clara os principais argumentos, em número de quatro, em favor de que o núcleo seria o portador de elementos responsáveis pelas tendências hereditárias (ver Hertwig, 1903, p. 324). São eles:

- I) A substância hereditária masculina e a substância hereditária feminina são equivalentes.
- II) A substância hereditária, multiplicando-se, reparte-se uniformemente por todas as células derivadas do ovo fecundado.
- III) A substância hereditária é impedida de aumentar de uma geração a outra.
- IV) O protoplasma é isotrópico.

Vamos analisar mais detalhadamente os argumentos de Hertwig:

- I) As substâncias hereditárias masculina e feminina são equivalentes, em quantidade (Hertwig, 1903, p. 324).

De acordo com Hertwig, como o filho é geralmente uma mistura de seus progenitores, ele recebe iguais proporções de características do pai e da mãe e, portanto, os dois progenitores devem ter transmitido também iguais quantidades de substâncias portadoras dessas características¹¹. Hertwig utilizou também as evidências (obtidas por Nägeli) de que os resultados de cruzamentos recíprocos são equivalentes, ou seja: cruzando-se a fêmea da espécie (ou variedade) *A* com o macho da espécie (ou variedade) *B*, obtêm-se híbridos iguais aos que surgem quando se cruza a fêmea de *B* com o macho de *A* (Coleman 1963, p. 147)¹².

¹¹ Implicitamente, Hertwig estava assumindo que o efeito do material hereditário depende de sua quantidade e que efeitos iguais deveriam corresponder a quantidades iguais.

¹² O fenômeno não é totalmente geral; mas Hertwig preferiu se basear apenas nos casos que “dão certo”.

No caso de animais superiores, o espermatozóide e o óvulo são de tamanhos muito diferentes: o óvulo pode ter um volume cem milhões de vezes superior ao do espermatozóide. Por outro lado, seus núcleos possuem quantidades equivalentes de cromatina, conforme havia sido mostrado por Hermann Fol e Van Beneden; e podem, por isso, ser os portadores das características hereditárias. De acordo com Yves Délage:

Hertwig constatou que a cabeça do espermatozóide, formada essencialmente por um núcleo celular, penetra sozinha no óvulo [*oëuf*] e se une ao núcleo do óvulo virgem [*oëuf virgin*] para formar o núcleo do óvulo fecundado. A divisão desse ovo [*oëuf*] far-se-á de tal modo que todos os núcleos das células do organismo produzidos, sem exceção, serão formados por metade das substâncias do núcleo materno e metade das substâncias do núcleo paterno. Entretanto, o citoplasma das células é de origem exclusivamente materna, pois deriva do citoplasma proveniente do óvulo. Ora, esse organismo herdará certos caracteres do pai e, esses caracteres serão considerados sobre a célula e seu citoplasma: é preciso que eles tenham sido desenvolvidos sob a influência do núcleo. [...]

As novas teorias de hereditariedade, a de De Vries a de Weismann em particular, repousam sobre essa noção. Todas localizam no núcleo o *idioplasma*, quer dizer, a porção ativa do plasma celular. (Délage, 1907, pp. 92-93)

É claro que poderia existir alguma outra parte da célula que fosse também de tamanho equivalente no espermatozóide e no óvulo. Mas como não se conhecia nenhum outro elemento com propriedades iguais, a conclusão mais aceitável era a de que a substância nuclear era a portadora dos elementos responsáveis pelas características hereditárias.

II) A substância hereditária, ao se multiplicar, divide-se uniformemente por todas as células que resultam do óvulo fecundado (Hertwig, 1903, p. 325).

Todos os óvulos e todos os espermatozoides produzidos por um indivíduo contêm a mesma quantidade de material hereditário que o óvulo e o espermatozóide que formaram o indivíduo – caso contrário, as espécies não se propagariam do modo que se propagam. Portanto, a divisão do material hereditário deve ser feita de um modo tal

que em cada divisão celular as células filhas recebam quantitativamente e qualitativamente parcelas iguais desse material hereditário.

Hertwig chamou a atenção para o fato de que em todas as células dos tecidos de cada animal e vegetal, o núcleo apresenta uma surpreendente uniformidade, tendo sempre a mesma forma e volume – enquanto que o citoplasma varia muito de volume, dependendo do tecido. Além disso, o processo de divisão celular faz com que cada conjunto de cromossomos se divida em duas partes qualitativa e quantitativamente iguais, como deve ocorrer com o material hereditário.

Note-se que, neste ponto, Hertwig se colocou contra as ideias de Weismann, de existência de dois tipos de divisão celular e de diferença entre células somáticas e reprodutoras, sob o ponto de vista de seu idioplasma. Ele lembrou que tal hipótese entrava em contradição com fatos conhecidos da geração e da regeneração: nos vegetais e animais inferiores, praticamente qualquer parte do organismo é capaz de produzir o vegetal ou animal inteiro; e mesmo em alguns vegetais e animais superiores, há processos de regeneração de órgãos complexos inteiros.

III) A substância hereditária é impedida de aumentar de uma geração a outra (Hertwig, 1903, p. 329).

Não se pode conceber que a substância responsável pela transmissão dos caracteres hereditários possa ir aumentando de uma geração a outra, de um modo significativo. No entanto, quando um espermatozóide e um óvulo se unem, seus conteúdos nucleares se somam. Se esses conteúdos contêm a substância hereditária, o ovo fecundado contém o dobro de substância hereditária que as células germinais que o formaram. Portanto, deve haver algum mecanismo pelo qual a substância hereditária é reduzida antes ou após a união dos dois gametas.

Hertwig indicou que, pela divisão redutora (atualmente chamada de meiose), durante a formação dos óvulos e dos espermatozoides, a quantidade de material nuclear é reduzida pela metade. Portanto, esse material se comporta exatamente como deveríamos esperar, se supusermos que ele é o material hereditário.

Weismann admitia que, na redução, havia a eliminação de metade dos muitos *ids* existentes nos cromossomos maternos e paternos.

Depois, na fecundação, haveria a união dos cromossomos provenientes do pai e da mãe, restaurando a quantidade inicial. Mas esses cromossomos ficariam quase isolados uns dos outros. Pelo contrário, Hertwig (assim como Nägeli e De Vries) admitia que há uma fusão dos idioblastos de origem paterna e materna. A partir dessa fusão, já não se poderia mais distinguir o que veio do pai ou da mãe.

Para Weismann, cada cromossomo conteria muitos *ids* e, portanto, muitos determinantes com papéis equivalentes (homólogos). Hertwig considerou essa hipótese como uma complicação desnecessária. Para compreender a divisão redutora, bastava supor que existisse em cada célula *um par* de idioblastos equivalentes. Nada impediria, no entanto, que houvesse quatro, oito ou mais idioblastos equivalentes.

IV) O protoplasma é isotrópico (Hertwig, 1903, p. 333).

No século XVIII e mesmo mais recentemente, alguns autores haviam suposto que o óvulo conteria, em seu volume, partículas extremamente pequenas apresentando um germe, uma miniatura do organismo adulto. A produção do organismo seria, então, um processo no qual cada parte do ovo acabaria por produzir diferentes tipos de células e tecidos, formando enfim todo o organismo. Uma versão recente, discutida por Hertwig, havia sido proposta por Wilhelm His, em 1874 (Coleman 1963, p. 148). Ele sugeriu que o protoplasma do óvulo já tinha uma estrutura predeterminada que dirigia o desenvolvimento do embrião. Outros autores aceitavam a mesma ideia, como E. R. Lankester, que em 1877 afirmava: “Embora a substância de uma célula [citoplasma] possa parecer homogênea sob o microscópio mais poderoso, é bastante possível, quase seguro, que ela contenha, já formadas e individualizadas, diversos tipos de moléculas fisiológicas” (Lankester *apud* Gilbert 1978, p. 311).

Contra tal tipo de suposição, Hertwig argumentou que, se os órgãos do embrião já estivessem preformados no óvulo, isso excluiria qualquer participação do pai nas características dos filhos. Por outro lado, mencionou experimentos de Pflüger (1883-4), Born (1884), pelos irmãos Hertwig (1887) e Boveri (1887), que mostravam que o ovo fecundado era isotrópico. Nesses experimentos, Pflüger e Born estudaram o processo de segmentação do ovo de rãs. Em condições normais, esses ovos possuem dois hemisférios diferentes: um pigmentado de negro e o outro mais claro e mais denso. Na água, o

hemisfério negro se posiciona normalmente para cima e a segmentação se processa em torno de um eixo vertical, que une o pólo do hemisfério negro ao pólo do hemisfério claro. Se o ovo já possuísse uma estrutura interna que determinasse a estrutura do indivíduo adulto, o processo de segmentação seria determinado apenas por fatores internos. No entanto, mudando-se a posição do ovo, muda o processo de segmentação. Colocando-se, por exemplo, o eixo do ovo em uma posição horizontal forçada, ao invés de sua posição natural vertical, o processo de segmentação não se dá mais seguindo o eixo do ovo. Pelo contrário: ele se dá em torno de um novo eixo vertical. Portanto, o processo de segmentação é determinado por fatores externos (força da gravidade) e não por uma estrutura interna prévia. Apesar dessa mudança, tais ovos produziam embriões normais.

Embora Hertwig fosse favorável à ideia de que o núcleo era o portador dos elementos responsáveis pela hereditariedade e controlador do desenvolvimento, ele criticou o experimento de Theodor Boveri com ouriços do mar¹³ como não tendo sido feito de forma adequada, alegando que a fertilização havia sido feita sem isolar os fragmentos não nucleados (Gilbert, 1978, p. 314).

5 O PROCESSO DE DIFERENCIAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E DETERMINAÇÃO DO SEXO

Para explicar a diferenciação ontogenética, como Hertwig já havia rejeitado a teoria de Weismann, passou a analisar as alternativas existentes. Ele deu preferência à hipótese de De Vries, segundo a qual todos os núcleos celulares seriam equivalentes e conteriam os mesmos idioblastos, mas que, além disso, a maior parte deles se manteria inativa, enquanto que alguns apenas entrariam em atividade, crescen-

¹³ Boveri fertilizou fragmentos de óvulos não nucleados de *Sphaerechinus granularis* com espermatozoides de um outro ouriço do mar, *Echinus microtuberculatus*. Como o eixo do esqueleto desses dois ouriços era bastante diferente, pelo resultado daria para concluir se era o núcleo (do espermatozoide) ou o citoplasma (do fragmento de óvulo não nucleado) que controlava a estrutura que estava se desenvolvendo. Como a larva híbrida produzida tinha apenas os eixos do esqueleto do progenitor e não da progenitora, Boveri concluiu que o núcleo era o controlador do desenvolvimento (ver Gilbert, 1978, p. 314).

do, multiplicando-se e saindo do núcleo, passando a se manifestar no citoplasma e determinando as características da célula. Esses idioblastos ativos, no citoplasma, foram chamados por Hertwig de “plasomos” (um nome já utilizado antes por Julius Wiesner, em outro sentido). Os vários corpúsculos celulares capazes de se dividir seriam formados por tais plasomos.

Hertwig não apresentou, no entanto, uma explicação para o processo que leva alguns idioblastos a se tornarem ativos enquanto outros ficam inativos, em cada tipo de célula.

Em uma obra posterior, *Zeit und Streitfragen der Biologie*,¹⁴ publicada em 1894, Hertwig desenvolveu uma crítica sistemática a Weismann e apresentou melhor suas próprias idéias.

Nesta obra, Hertwig se propôs explicar o processo de diferenciação celular, dentro de sua própria concepção de que todas as células possuiriam idioplasmas idênticos. Ele assumiu que as causas seriam externas à célula.

As causas que reconhecemos são, primeiro, as mudanças contínuas de relações mútuas que as células sofrem à medida que crescem em número pela divisão e, segundo, a influência das coisas circundantes sobre o organismo. (Hertwig, s.d., p. 103).

Todas as células do organismo seriam produzidas idênticas às suas mães. Hertwig não imaginava o organismo como um tipo de mosaico de células diferentes, e sim células iguais que se diferenciaram por um desenvolvimento. Como evidência direta de que o meio podia influenciar a manifestação de características do organismo, Hertwig citou que, dependendo da nutrição e do clima, algumas árvores podem ter só folhas ou apresentar flores. Ele mencionou também um interessante experimento que havia feito, que mostrava a influência externa sobre o processo de desenvolvimento e diferenciação: tomando-se um ramo de salgueiro, qualquer uma de suas extremidades podia produzir raízes, dependendo das condições externas: a extremidade que é mantida úmida e no escuro produz raízes, mas estas nunca aparecem na extremidade que é mantida iluminada. Mencionou ainda que os agricultores são capazes de transformar um broto em

¹⁴ Utilizamos a tradução inglesa: Hertwig, *The biological problem of to-day*.

um ramo, uma flor ou um espinho, por manipulações externas (Hertwig, 1903, p. 116). Algo semelhante é observado em animais inferiores, como pólipos. Mesmo em animais superiores e no homem, as mucosas podem adquirir as qualidades e aspecto da epiderme externa, em casos de fístulas, por exemplo, ao ficarem expostas durante algum tempo ao ar (Hertwig, s.d., p. 118).

Hertwig acreditava que o próprio sexo seria determinado por condições externas e não por fatores internos ao ovo.

Machos e fêmeas, sejam eles mais ou menos diferentes, surgem do mesmo material germinal. O material germinal em si mesmo é desprovido de sexo; quer dizer: não há material germinal masculino e feminino. (Hertwig, s.d., p. 123).

Como evidência disso, Hertwig mencionou que, na partenogênese, podem ser produzidos tanto indivíduos machos quanto fêmeas. Descreveu também experimentos de François Émile Maupas (1891) com uma rotífera (*Hydatina senta*): pela alteração da temperatura ambiente na qual ficava a fêmea jovem, durante a época de formação dos ovos, ele foi capaz de produzir uma grande maioria de machos ou de fêmeas. Hertwig indicou que algo semelhante ocorreria com melões, que, dependendo da temperatura, produzem apenas flores masculinas ou femininas.

Levando em conta todas essas evidências, Hertwig admitia (como muitos outros em sua época) que não existiria diferença essencial entre machos e fêmeas: o material hereditário seria o mesmo, mas manifestaria um sexo ou outro dependendo de condições externas. Isso seria um exemplo de como os idioblastos podiam estar presentes, mas manifestarem-se ou não, em certos casos, dependendo de influências do ambiente.

Durante a evolução do organismo individual, Hertwig supôs que cada célula se desenvolvesse de uma forma ou outra, dependendo de sua colocação no organismo (sua relação com outras células) e de influências externas. Mas não tentou indicar como essas influências poderiam atuar sobre o material nuclear e ativar uma parte ou outra do mesmo. Conforme comentou Yves Délage:

[...] mesmo se as condições ambientais pudessem por si só fazer tudo isso, continuaria sendo improvável que elas utilizassem, como inter-

mediário, unidades representativas especiais migrando, sob sua influência, do núcleo para o citoplasma?”. (Délage, 1903, p. 696)

6 CRÍTICAS DE HERTWIG À TEORIA DE WEISMANN

No livro intitulado *The biological problem of to-day*, Hertwig criticou vários aspectos da teoria de Weismann. Para isso, ele se baseou em estudos embriológicos que haviam sido feitos recentemente. Ele criticou principalmente o que considerava como sendo aspectos imaginários da teoria de Weismann e sua semelhança com as teorias da preformação. Nesse sentido, ele comentou:

Para satisfazer nossa ânsia por causas, os biólogos transformam a complexidade visível do organismo adulto em uma complexidade latente do germe, e tentam exprimir isso por símbolos imaginários... Assim, de modo ardiloso, eles preparam um travesseiro sonífero para nossa ânsia de causalidade... Mas esse travesseiro de sono é perigoso para a pesquisa biológica; quem constrói tais castelos no ar confunde facilmente seus tijolos imaginários, inventados para explicar a complexidade, com pedras reais. Ele se enreda nas malhas de seus próprios pensamentos, que lhe parecem tão lógicos, que finalmente confia mais no trabalho de sua própria mente do que na própria natureza. (Hertwig, s.d., pp. 11-2)

Hertwig afirmou que a teoria de Roux-Weismann era quase um retorno ao preformacionismo. Não solucionava, mas fugia do problema do crescimento (Bowler, 1989, p. 81).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que o esclarecimento da importância do núcleo para a hereditariedade foi o resultado de um trabalho coletivo que envolveu várias áreas de estudo (como embriologia, citologia, cruzamentos experimentais, etc.). Dentro deste contexto, foram bastante importantes as contribuições de Hertwig.

Por outro lado, foi possível perceber que as contribuições de Hertwig e de diversos outros investigadores dentro do período considerado (1870-1900), diferenciam-se daquelas do período anterior como as de Darwin e Spencer por serem baseadas em um estudo

citológico, além de um maior desenvolvimento dos estudos embriológicos comparando com a situação encontrada no período anterior. O desenvolvimento da microscopia, incluindo aparelhagem e técnicas (corantes) facilitou o processo, embora não tivesse eliminado todas as dificuldades.

Em relação ao papel do núcleo na hereditariedade, a ideia de Hertwig de que ele seria um *quantum* de propriedades e não uma vesícula como Schleiden e Schwann pensavam, baseava-se em vários experimentos que haviam sido feitos no período tanto por ele próprio (com os ouriços do mar) como por outros investigadores. Contribuíram também para essas conclusões de Hertwig os estudos citológicos de fertilização, mostrando a união do núcleo do óvulo com o núcleo do espermatozóide que eram do mesmo tamanho, e os estudos de gametogênese, mostrando que havia uma redução dos cromossomos para formar as células germinativas e que cada progenitor contribuía com o mesmo número de cromossomos. Os estudos embriológicos, por sua vez, mostravam que havia uma regularidade nas divisões do ovo ou zigoto formando tecidos, órgãos, sistemas.

Mais especificamente, em relação à teoria de hereditariedade de Hertwig, pudemos constatar que ela, de um modo geral, era condizente com a situação da época. Como os cromossomos desapareciam durante a intérfase reaparecendo depois, passando a seguir por um período de duplicação, etc. era plausível supor que os idioblastos neles contidos também se comportassem da mesma forma e que, como os cromossomos, não tivessem continuidade. Por outro lado, não era possível ver os idioblastos ao microscópio, como também durante muito tempo não foi possível ver os fatores, mais tarde chamados genes. Assim, lidar com inobserváveis não representava exatamente um problema.

É interessante mencionar que através de sua teoria da hereditariedade Hertwig procurou também explicar a diferenciação e o desenvolvimento, embora parte de sua explicação não seja aceita atualmente. Haveria idioblastos no núcleo (a maioria inativos), sendo que alguns passariam para o citoplasma tornando-se ativos e onde agiriam na célula. Cada célula iria se desenvolver de acordo com sua posição no organismo e influências externas. Entretanto, ao contrário de De

Vries, ele não indicou como essas influências externas agiriam na célula.

Quanto à explicação oferecida por Hertwig para a determinação do sexo através de fatores externos¹⁵, podemos dizer que era plausível na época já que para ele o material germinal era constituído pela mistura dos dois sexos, formando, portanto, a seu ver, algo diferente e desprovido de sexo. Essa visão se harmoniza com a ideia aceita por diversos estudiosos da época de que os cromossomos não manteriam sua individualidade. Além disso, havia evidências experimentais de casos de partenogênese, onde tanto podiam ser produzidos machos como fêmeas. Nesse período discutia-se se o sexo era determinado por causas internas ou externas e essa discussão se prolongou durante muitos anos.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio recebido que viabilizou esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER John. John R. The cell theory: a restatement, history, and critique. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, **96**: 449-81, 1955.
- BAXTER, Alice L. & FARLEY, J. Mendel and meiosis. *Journal of the History of Biology*, **12**: 137-71, 1979.
- BOWLER, Peter. Peter J. *The Mendelian revolution: the emergence of hereditarian concepts in modern science and society*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- BRITO, Ana Paula Oliveira Pereira de Morais. *Os estudos de Thomas Hunt Morgan sobre determinação de sexo (1900-1914): herança citoplasmática, cromossômica e outras possibilidades*. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado em História da ciência) – Programa de Estudos Pós-

¹⁵ Ver a respeito das teorias que admittam a determinação de sexo através de fatores externos em Brito, 2008, pp. 29-35.

- Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. *As idéias pré mendelianas de herança e sua influência na teoria de evolução de Charles Darwin*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Ciências biológicas na área de Genética) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- CHURCHILL, Frederick B. Hertwig, Weismann, and the meaning of reduction division *circa* 1890. *Isis*, **61** (4): 429-57, 1970.
- COLEMAN, William. Cell, nucleus and inheritance: an historical study. *Proceedings of the American Philosophical Society*, **109**: 124-58, 1963.
- DÉLAGE, Yves. *L'hérédité et les grands problèmes de la Biologie générale*. 2^{ème} éd. Paris: C. Reinwald, 1903.
- GILBERT, Scott. Embryological origins of the gene theory. *Journal of the History of Biology*, **11**: 307-51, 1978.
- HERTWIG, Oscar. *La cellule*. Trad. Charles Julin. Paris: C. Naud, 1903.
- . *The biological problem of to-day*. Trad. P. Chalmers Mitchell. New York: MacMillan, [s. d.].
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. De Vries y evolución: la teoría de la mutación. Vol. 6, Pp. 259-266, in: GARCÍA, Pio; MENNA, Sergio H. & RODRIGUEZ, Victor (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las X Jornadas*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2000 (a).
- . Alguns aspectos da teoria de evolução de August Weismann. Pp. 279-283, in: GOLDFARB, José Luiz & FERRAZ, Márcia H. M. (eds.). *Anais. VII Seminário de História da Ciência e da Tecnologia*. São Paulo: EDUSP/Editora UNESP, 2000 (b).
- . August Weismann e evolução: os diferentes níveis de seleção. *Revista da SBHC*, [série 2] **1** (1): 53-74, 2003.
- MOORE, John A. Science as a way of knowing – genetics. *American Zoologist*, **26** (3): 583-747, 1986.
- POLIZELLO, Andreza. *Modelos microscópicos de herança no século XIX: a teoria das estirpes de Francis Galton*. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

- PORTUGAL, Franklin H. & COHEN, Jack S. *A century of DNA: a history of the discovery of the structure and function of the genetic substance*. Cambridge, MA and London: The MIT Press, 1977.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *A teoria celular: de Hoocke a Schwann*. São Paulo: Scipione, 1997.
- . *A biologia experimental de Spallanzani (1729-1799)*. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- ROBINSON, Gloria. *A prelude to genetics*. Laurence: Coronado Press, 1979.
- STUBBE, Hans. *History of genetics from prehistoric times to the rediscovery of Mendel's laws*. Trad. T. R. Waters. Cambridge, MA: MIT, 1972.
- SUÑER, August Pi. *Classics of biology*. London: Sir Isaac Pitman & Sons, 1954.

Data de submissão: 01/08/2011.

Aprovado para publicação: 20/11/2011.

Investigação sobre a inclusão do episódio histórico da teoria genotípica de Wilhelm Ludwig Johannsen na formação inicial de professores e pesquisadores

Lourdes Aparecida Della Justina*
Ana Maria de Andrade Caldeira*

Resumo: Este trabalho está inserido em uma investigação mais ampla realizada em um Grupo de Pesquisadores em Epistemologia da Biologia de Cascavel/PR. Esta envolve estudos e pesquisas acerca do conhecimento biológico, tais como o desenvolvimento do conceito de gene, genótipo e fenótipo. O objetivo desta pesquisa foi levantar as concepções dos graduandos da Licenciatura em Ciências Biológicas participantes acerca do papel desempenhado pela inclusão de um episódio histórico nos estudos do grupo como desencadeador de reflexões de cunho epistemológico e didático. Inicialmente foi entregue aos estudantes, para estudo individual, o artigo “The genotype conception of heredity” publicado em 1911, no periódico *The American Naturalist* de por Wilhelm Ludwig Johannsen, no qual são propostos os conceitos de genótipo e fenótipo, entre outros. Após, houve a discussão coletiva no encontro do grupo acerca dos conceitos propostos no artigo quanto a aspectos epistemológicos, históricos e didáticos. A coleta de dados ocorreu mediante a gravação das discussões coletivas e entrevistas individuais. Os resultados sugerem que o estudo realizado, mediante a inclusão do referido episódio histórico, permitiu aos sujeitos participantes o desenvolvi-

* Doutoranda em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho/Bauru. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, Cascavel, Paraná. CEP 85819-110. E-mail: lourdesjustina@gmail.com

* Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Bauru. Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, Bauru, São Paulo. CEP 17033-360. E-mail: anacaldeira@fc.unesp.br

mento do pensamento crítico, mediante a reflexão coletiva sobre o conhecimento biológico em seus diferentes contextos.

Palavras-chave: história da genética; ensino de ciências; formação inicial de professores e pesquisadores; teoria genotípica; Johannsen, Wilhelm Ludwig

Research on the inclusion of the historical episode, Wilhelm Ludwig Johannsen's genotype theory, in the initial training of teachers and researchers

Abstract: This paper is part of a broader investigation on Epistemology of Biology carried out by a group of researchers from Cascavel/PR. It involves studies and research about biological thought on subjects such as the growing of the concepts of gene, genotype and phenotype. The aim of this research was to gather the undergraduate students of Biological Sciences' views about the role played by the inclusion of a historical episode in the study group as a trigger for epistemological discussions and didactic reflections. Firstly, the students received Johannsen's article "The genotype conception of heredity", published in 1911 in the journal *The American Naturalist*, in which he proposed the concepts of genotype and phenotype, among other ones. After, there was a discussion held by group about the concepts proposed in the article taking into account the epistemological, historical and didactic aspects. Data collection occurred through the recording of the group discussions and individual interviews. The results suggest that the inclusion of this historical episode, enabled the participants to develop critical thinking through collective reflection on the meaning of biological knowledge in different contexts.

Key-words: history of genetics; science teaching; initial training of teachers and researchers; genotype theory; Johannsen, Wilhelm Ludwig

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas na área de ensino de ciências têm apontado a importância da inclusão de aspectos epistemológicos e históricos na aprendizagem sobre ciência, e em especial na formação de professores (El-Hani, 2006, p. 12; Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2007, p. 157; Manuel, 1986, p. 196-197). Estudos com episódios¹ históricos de Biologia e o

¹ O termo episódio é utilizado como uma forma de recorte de um fato científico, mas sem retirá-lo do contexto de sua inserção histórica. Portanto não tem conotação

seu desenvolvimento para o ensino são defendidos como forma de melhoria no processo de ensino e aprendizagem (como por exemplo, Martins, 1998, p. 18; Martins & Brito, 2006, p. 245; Prestes & Caldeira, 2009, p. 77). A abordagem da história da ciência no ensino pode contribuir para a formação de uma visão mais adequada acerca da construção do pensamento científico, das contribuições dos cientistas e da própria prática científica. Também permite conhecer o próprio processo de formação de conceitos, teorias e modelos explicativos. Além disso, pode auxiliar o ensino da ciência, tornando-a não apenas mais atraente, mas principalmente mais acessível para o aluno, possibilitando uma melhor compreensão conhecimento científico atual (Martins & Brito, 2006, p. 245).

Embora na área de ensino haja um número reduzido de pesquisas que tragam resultados sobre a inserção de textos históricos na formação inicial de professores e pesquisadores, Caldeira aponta que os graduandos em Ciências Biológicas, em muitos casos, concluem várias disciplinas e, mesmo assim, apresentam dificuldades em descrever o desenvolvimento do conhecimento científico (Caldeira, 2009, p. 75). Essa limitação é oriunda de um ensino focalizado nos conceitos biológicos atuais que não facilita a compreensão dos obstáculos epistemológicos que foram superados no decorrer dos séculos e que não contribuí para o entendimento de ciência como um corpo de conhecimentos em constante construção. Assim, investigações que busquem viabilizar formas de contemplar tais discussões no ensino e que vão além do levantamento de concepções iniciais são imprescindíveis para os avanços da pesquisa nesta temática. Neste sentido, justifica-se a realização de pesquisas que busquem levantar as contribuições das discussões epistemológicas e históricas no ensino de biologia, em especial no contexto da formação inicial de professores e pesquisadores de Biologia.

Este trabalho está inserido em uma investigação mais ampla realizada em um Grupo de Pesquisadores em Epistemologia da Biologia de Cascavel/PR - GEBCA, o qual envolve estudos e pesquisas acerca do conhecimento biológico, com a participação de acadêmicos, pós-

restritiva, considerando-o como parte de um processo que envolve o período histórico.

graduandos e professores pesquisadores. O objetivo desta pesquisa foi levantar e discutir as concepções de graduandos acerca dos conceitos de gene, genótipo e fenótipo e a percepção destes sobre a inclusão, nos estudos do GEBCA, do episódio histórico da proposição da teoria genotípica de Wilhelm Ludwig Johannsen (1857–1927), como desencadeador de reflexões de cunho epistemológico e didático.

2 A HISTÓRIA DA BIOLOGIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Para Scheid, Ferrari e Delizoicov, a formação inicial do professor de ciências deve contemplar uma formação em epistemologia e história da ciência, pois poderá fornecer os subsídios para torná-lo um profissional sintonizado com os desafios contemporâneos (Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2007, p. 157). Carvalho e Gil-Pérez assinalam que o pensamento docente, muitas vezes, está associado ao senso comum, tornando-se necessário questionar, desde a formação inicial sobre “o que é a ciência e o trabalho científico” e o porquê da “redução habitual do aprendizado das ciências a certos conhecimentos e (se muito) a algumas destrezas, esquecendo aspectos históricos, sociais, etc.” (Carvalho & Gil-Pérez, 2009, p. 28). Para estes autores, o pensamento, a reflexão e as ações acerca da construção do conhecimento científico passam a ser necessidade formativa dos professores de biologia. As discussões de conceitos biológicos com base na história e epistemologia da ciência podem permitir aos licenciandos compreender como ocorreram os processos de construção dos conhecimentos científicos, as mudanças de paradigmas e os determinantes sociais, econômicos, culturais e políticos que influenciaram esta história.

Benefícios alcançados com a utilização da história da ciência no ensino de ciências são apontados por diversos autores, dentre eles, Bizzo (1992, p. 34), Matthews (1995, p. 165), Carvalho e Gil-Pérez (2009, p. 28), Krasilchick e Trivelato (1995, p. 4-26), Bastos (1998, p. 69-70), El-Hani (2006, p. 4-6), Medeiros (2007, p. 273-274). Em síntese, estes autores salientam que usar a abordagem histórica possibilita uma maior compreensão do processo do conhecimento científico, ao explicar elementos e fatos envolvidos na construção da ciência e da tecnologia; serve como base para a identificação de temas funda-

mentais a serem contemplados em programas de ensino; e auxilia na identificação de obstáculos epistemológicos.

Os trabalhos realizados pelos autores que defendem o uso da história da ciência no ensino de ciências assinalam evidências de que este facilita a educação científica, ao possibilitar entender a ciência de uma perspectiva diferenciada, ressignificando-a. Para Krasilchick e Trivelato, o mais natural seria que os conceitos biológicos fossem adquiridos com o uso da análise de uma construção histórica da Biologia, não esquecendo também da construção e das discussões dos problemas atuais e de suas implicações (Krasilchik & Trivelato, 1995, p. 4-26). A história da ciência pode ser o lugar no qual o professor busca a inspiração para definir conteúdos essenciais, sequências de conteúdos, atividades de ensino (incluindo as aulas práticas), exemplos, perguntas e problemas a serem estudados pelos alunos.

Nesta direção, haja vista a relevância da abordagem histórica no ensino de Biologia de forma contextualizada, conforme exposto por Matthews:

A tradição contextualista assevera que a história da ciência contribui para o seu ensino por que: (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia cientificista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (Matthews, 1995, p. 172).

No entanto, em relação à história da ciência e ao ensino de ciências, não há consenso no que diz respeito à utilização da história da ciência no ensino, pois existem limitações, tais como as citadas por Bastos: falta de material didático de qualidade e que subsidie a ação docente, existência de deficiências na formação dos professores e currículos inchados que dificultam a inclusão de discussões de questões históricas (Teodoro & Nardi, 2003, p. 60).

Para Bastos, os textos de história da ciência disponíveis para consulta não se adaptam às necessidades específicas do ensino de ciências

na escola fundamental e média, talvez porque não reúnam de um modo sintético e em linguagem acessível os diferentes aspectos que o professor pretende discutir em sala de aula, deixando de mostrar as relações intrínsecas entre ciência e sociedade (Bastos, 2005, p. 52). Diante dessa realidade, mesmo com o interesse crescente no uso da história da ciência como forma facilitadora da compreensão da Biologia, pode tornar-se inviável e prejudicial à aprendizagem, pois, de acordo com Teodoro e Nardi, os conceitos específicos do passado são de difícil compreensão (Teodoro & Nardi, 2003, p. 60). O uso de relatos históricos pode gerar confusões por já terem sido descartados por outros e pode gerar também a desmotivação, por tratar de conhecimentos que já estão ultrapassados na visão dos alunos.

Medeiros acrescenta que na atualidade não faltam recomendações quanto à relevância do uso da história e filosofia no ensino, entretanto, faltam reflexões acerca das razões de ser de tais recomendações e as suas formas de uso, enfim faltam mesmo condições de serem desenvolvidas no âmbito da sala de aula (Medeiros, 2007, p. 274). Este autor alerta que no atual contexto dogmático de ensino, a abordagem problematizadora da história da ciência é quase inexistente. Quando a história da ciência está presente, como no caso de livros didáticos o enfoque é distorcido. Neste sentido, experiências e pesquisas em ensino de ciências que contemplem estudos sobre a legitimidade da veiculação da história da ciência em sala de aula apresentam questões em aberto, constituindo desafios aos pesquisadores em história e filosofia da ciência.

Nesta direção, mesmo que a história da ciência seja inserida no contexto de ensino, se ela for apresentada apenas como uma sequência linear de fatos marcantes para a construção do conhecimento científico em questão, ou se os episódios históricos forem apresentados de forma anedótica, também não se atingirá o objetivo proposto. Martins e Brito assinalam o fato de a maioria das vezes o professor de ciências recorrer aos fragmentos históricos que acompanham o conteúdo científico nos livros didáticos (Martins & Brito, 2006, p. 246). Esse profissional não percebe as limitações, pois possuem formação deficiente para o uso da história da ciência no ensino.

Para a transformação de um episódio histórico em material didático é necessário uma atividade interdisciplinar, pois este fato científico

deve ser (re)construído por um coletivo de profissionais especialistas em diferentes áreas, tais como a história da ciência, o ensino de ciências e as áreas específicas da Biologia. Entretanto, trata-se de uma ação que deve ser adequada pelo professor no desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem. Somente assim o material poderá se efetivar como material didático e chegar à sala de aula com qualidade.

Prestes e Caldeira recorreram às análises de Michael Mathews e Richard Duschl acerca das pesquisas em história da ciência na educação científica realizadas entre as décadas de 1950 e 1980. Estes dois últimos autores identificaram duas tendências existentes na área nesse período. Uma refere-se ao interesse por investigações relacionadas a como desenvolver a história e epistemologia da ciência no ensino de ciências como elemento norteador de todo um curso ou disciplina isolada. A outra tendência contempla a inclusão de episódios históricos específicos, de forma pontual, em unidades de cursos e disciplinas de ciências (Prestes & Caldeira, 2009, p. 7).

O exposto acima ressalta a relevância de investigações que se caracterizam como intervenções no ensino por meio de estratégias que busquem fomentar discussões sobre a natureza da ciência de forma explícita. Assim, no âmbito da formação inicial de professores de Biologia, os licenciandos podem ter acesso a uma visão mais contemporânea de ciência e também de formas de ensinar, cientes da necessidade da democratização do conhecimento biológico. Somente com essa visão de ciência e de ensino, os futuros professores podem considerar a relevância de contemplar aspectos da natureza da ciência e de incluir episódios históricos no contexto de sala de aula da educação básica.

Face à importância da compreensão, por parte de alunos e professores de diferentes níveis de ensino, de definições básicas do conhecimento biológico, tais como gene, genótipo e fenótipo, e considerando a inclusão de episódios históricos da Biologia no ensino como uma possibilidade para tal compreensão, na sequência são apresentadas algumas das ideias presentes na teoria genotípica de Johannsen.

3 A TEORIA GENOTÍPICA DE JOHANNSEN

Com o intuito de identificar a proposição de conceitos da área de genética e seu contexto de inserção, o intuito é apontar o desenvolvimento de aspectos do pensamento de Johannsen que o levaram a propor os termos e desenvolver os conceitos de gene, genótipo e fenótipo, desenvolvendo uma teoria genotípica da herança². Para tanto, analisa-se o artigo “The genotype conception of heredity” (Concepção genotípica da hereditariedade), publicado em 1911.

No percurso das investigações realizadas por Johannsen, destaca-se o seu trabalho experimental relacionado à genética de plantas. Em seus experimentos de seleção em linhagens puras de feijão, ele compreendeu que a medida da aparência de qualquer indivíduo encontrava-se em duas causas: hereditariedade e ambiente (Wanscher, 1975, p. 126). Com os resultados dos experimentos e de seus estudos, Johannsen propôs novos termos e conceitos relacionados aos fatores que promovem a variação biológica. Ele propôs originalmente a teoria da herança genotípica em seu livro *Elemente der exakten erblichkeitslehre* (Elementos exatos da hereditariedade genética), publicado em 1909.

Conforme indica Mayr, antes de 1909 não havia um termo aceito de modo geral para designar o fator genético que subsistia num determinado caráter visível (Mayr, 1998, p. 820). Antes da proposta de Johannsen, e mesmo algum tempo depois, desde 1900, os mendelianos utilizavam o termo “fator” para se referir aos elementos responsáveis pela hereditariedade. Os cientistas, de um modo geral, utilizavam o termo “caracteres” ou “caracteres unitários” (*unit-characters*) tanto para se referir ao material hereditário que estava nos gametas como para se referir às características externas visíveis dos organismos. Mesmo após a distinção entre o material hereditário no interior dos gametas (genótipo) e as características externas visíveis (fenótipo) feita por Johannsen, esta atitude se manteve durante alguns anos. Isso transparece em diversos trabalhos como, por exemplo, os de William Bateson (1861-1926) ou mesmo nos trabalhos publicados por Tho-

²Uma contextualização mais ampla acerca do episódio histórico da teoria genotípica é apresentado em Justina *et al.*, 2010.

mas Hunt Morgan e seus colaboradores, a partir de 1910-1911³. Johannsen, no início de seu artigo, “The genotype conception of heredity”, discute que os termos herança e hereditariedade são muito gerais, estando vinculados tanto à linguagem cotidiana, como, no âmbito do conhecimento biológico, à ideia de transmissão. Para o autor, a visão da herança biológica como um ato de transmissão de qualidades individuais dos pais ou ancestrais mais remotos à prole é uma das ideias mais antigas e simples sobre hereditariedade. Johannsen ressalta que esta visão não aprofundava a questão da hereditariedade, afirmando que:

As qualidades pessoais de qualquer organismo individual não comportam toda a causa das qualidades de sua descendência; mas as qualidades de ancestrais e descendentes são de certa maneira bastante determinadas pela natureza das “substâncias sexuais” - isto é, os gametas - dos quais elas tem se desenvolvido. Qualidades pessoais são então as reações dos gametas unidos para formar um zigoto; mas a natureza dos gametas não é determinada pelas qualidades pessoais dos pais e ancestrais em questão. Esta é uma moderna visão de hereditariedade. (Johannsen, 1911, p. 130)

Na época, vários autores discutiam sobre a natureza dos fatores hereditários, mais tarde chamados genes. Johannsen assim se expressou a respeito deste assunto:

Quanto à natureza dos “genes” não é de valor propor alguma hipótese, mas a noção de “gene” abrange uma realidade que é evidente a partir do mendelismo. Os mendelianos têm o grande mérito de serem prudentes em suas especulações. Em completo acordo com essa limitação – uma reação natural contra a especulação morfológica fantástica da escola de Weismann – poderia ser enfaticamente recomendado o uso do termo adjetivo genotípico ao invés do nome genótipo. Nós não conhecemos um “genótipo”, mas somos capazes de demonstrar diferenças ou semelhanças genotípicas. Utilizados desta maneira, os termos “gene” e “genótipo” não seriam prejudiciais. (Johannsen, 1911, p. 133)

³ Para maiores detalhes ver, por exemplo, Martins, 1997, cap. 4.

Johannsen não explicita uma definição estrutural de gene, ele apenas recomenda que o termo gene deva ser usado como uma espécie de unidade de cálculo, de forma alguma como uma estrutura morfológica, como o cromossomo. Assim, uma das dificuldades na utilização da palavra genótipo seria o entendimento da existência de estruturas morfológicas relacionada a este, como a estrutura cromossômica. Entende-se, portanto, a recomendação da utilização de termos como “semelhanças” ou “diferenças genotípicas”, por não individualizarem o genótipo ou genes como estruturas morfológicas e não incorrerem no erro de criar uma teoria especulativa.

[...] vou propor os termos “gene” e “genótipo” e mais alguns termos, como “fenótipo” e “biótipo”, a serem utilizados na ciência da genética. O “gene” é uma palavra muito pouco aplicável, facilmente combinado com outros, e, portanto, pode ser útil como uma expressão para a “unidade de fatores”, “elementos” ou “alelomorfos” nos gametas, utilizadas por modernos pesquisadores mendelianos. O “genótipo” é a soma de todos os “genes”, em um gameta ou em um zigoto [...]. Todas as características de organismos, distinguíveis por inspeção direta da aparência ou por descrição dos métodos de medição, poderão ser caracterizadas como “fenótipo” (Johannsen, 1911, p. 132-133).

A palavra fenótipo está relacionada às características aparentes de um organismo. Johannsen ilustra essa ideia com o caso de organismos com suposta constituição genotípica idêntica, desenvolvida sob condições ambientais distintas. Com esse exemplo, ele indica que não seria possível, pela simples observação, decidir se os organismos observados, apesar das semelhanças que tivessem entre si, possuem ou não a mesma constituição genotípica. Desse exemplo, se destaca o sentido do termo fenótipo indicado pelo autor como todo tipo de organismos distinguíveis pela inspeção direta ou por métodos finos de medida e descrição. “Certamente fenótipos são coisas reais” (Johannsen, 1911, p. 134).

De acordo com Wanscher, “o fenótipo não pode ser compreendido como o próprio organismo, mas como sua aparência abstrata ou descrição de como se pode vê-lo, medi-lo ou lembrá-lo” (Wanscher, 1975, p. 126). Assim, o fenótipo se reporta à aparência do organismo, em todas as fases de seu desenvolvimento, sob a influência do ambi-

ente. Embora o fenótipo possa ser medido e descrito, é uma realidade abstrata, pois não se refere ao próprio organismo, mas à sua descrição.

Para Johannsen, o genótipo é exposto como a soma total de todos os genes. A definição é concreta. Johannsen explica o genótipo comparando-o com uma molécula de água. Em suas palavras:

A constituição genotípica de um gameta ou de um zigoto pode ser comparada a uma estrutura complexa físico-química. Esta reage exclusivamente em consequência do que seu estado atual detectou, mas não em consequência da história de sua criação. Por isso, ela depende da constituição genotípica de gametas e zigotos: a sua história é, sem influência sobre as suas reações, que são determinadas exclusivamente pela sua própria natureza. O genótipo - é assim uma concepção “a-histórica” das ações dos seres vivos - naturalmente só na medida em que a hereditariedade é a verdadeira causa. Esta opinião é uma analogia ao ponto de vista químico, como já referido; química não tem nenhum comprometimento ante-agir, H_2O é sempre H_2O , e reage sempre da mesma forma, que pode ser a “história” da sua formação ou os estados mais anteriores dos seus elementos. (Johannsen, 1911, p. 139)

Embora o conceito de genótipo na obra de Johannsen passe de um conceito abstrato para um concreto para novamente retornar a um conceito abstrato (conforme Wanscher, 1975, p. 146), a definição de “soma de todos os genes” é a mais frequentemente encontrada em dicionários e livros didáticos. O conceito de genótipo é ainda atualmente entendido por alguns geneticistas desta forma, embora em outro enquadramento conceitual.

A visão clássica do gene prevalecente durante as décadas de 1910 a 1930, de um modo geral, apresentava o gene como a unidade indivisível de transmissão genética, recombinação genética, mutação genética e função genética. Somente no início da década de 1940, a descoberta da recombinação intragênica levou ao neoclássico conceito de gene, que prevaleceu até a década de 1970. As descobertas da tecnologia do ácido desoxirribonucléico, ADN, no início dos anos 1970, levaram a uma segunda revolução no conceito do gene. Assim, apesar do fato de que a compreensão da estrutura e organização do material genético ter crescido muito, ainda na atualidade, conforme Portin, (2002, p. 276), o conceito geral do gene, e consequentemente de ge-

nótipo, permanece em aberto, sendo adotado de formas diversas pelas diferentes áreas das ciências biológicas.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo foi realizado com nove (A1-A9) graduandos da Licenciatura em Ciências Biológicas, participantes do GEBCA, com a mediação de duas pesquisadoras (M1 e M2). A pesquisa configurou-se com enfoque qualitativo e, concordando com Gaskell (2002, p. 65), não teve por finalidade calcular o número de opiniões ou pessoas, mas ao contrário, explorar diferentes ideias presentes em enunciados emitidos pelos participantes da amostra investigada em diálogos estabelecidos no GEBCA. A investigação foi norteada pelas seguintes questões abertas: (1) os conceitos de gene, genótipo e fenótipo na história da Biologia e no ensino; (2) abordagem da teoria genotípica em materiais didáticos; e, (3) papel da abordagem da história da Biologia na formação inicial de professores e pesquisadores.

Ao conceber o desenvolvimento da pesquisa como um processo (Flik, 2009, p. 96-98), a coleta de dados envolveu três momentos, no decorrer de 2009. No primeiro, contemplando a primeira questão, com uma semana de antecedência, foi realizada uma discussão coletiva sobre a origem dos conceitos de gene, genótipo e fenótipo. Também, foi entregue aos estudantes, para estudo individual, o artigo original acerca da teoria genotípica de Johannsen. No segundo momento, envolvendo as duas primeiras questões investigadas, a dinâmica do encontro do grupo esteve centrada na compreensão dos conceitos de gene, genótipo e fenótipo, tal como descrito no artigo de Johannsen. Realizou-se também uma problematização e comparação entre as ideias explicitadas em livros didáticos e as descritas no artigo em estudo. Após, foi realizada uma discussão de como esses conceitos propostos pelo autor foram sendo utilizados pela ciência, por meio de recontextualização na história da Biologia. Por fim, houve o debate sobre os referidos conceitos no âmbito do conhecimento biológico atual. No terceiro momento, contemplando a questão 3, realizou-se entrevista individual, em que uma das questões foi referente ao papel da história da ciência na formação de professores e pesquisadores de Biologia.

A coleta de dados foi mediante gravação de diálogos entre os licenciandos e pesquisadoras durante os três momentos acima. Considerando as questões de investigação, as gravações foram transcritas e analisaram-se os enunciados emitidos pelos graduandos em relação à:

- 1) reconstrução dos conceitos de gene, genótipo e fenótipo;
- 2) percepção da teoria genotípica em materiais didáticos;
- 3) percepção da abordagem da história da Biologia na formação inicial de professores e pesquisadores.

5 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

5.1 Ideias acerca dos conceitos de gene, genótipo e fenótipo

Em discussão em encontro anterior ao estudo do episódio histórico de Johannsen, percebemos que os alunos atribuíam a origem dos conceitos de genótipo e fenótipo a Mendel, conforme consta no diálogo coletivo abaixo.

A1: Na verdade Mendel já colocava genótipo e fenótipo, não era com estes nomes, mas ele já falava em sua teoria sobre fatores.

A1: Desde a época de Mendel já havia estudos sobre o que era herança biológica.

M1: Já havia uma separação entre genótipo e fenótipo nessa época?

A1: Quando ele falava de fatores, ele falava de fenótipo ou era de genótipo [...]

A7: Eu acho que era genótipo quando falava de fatores hereditários.

A1 teve dúvidas se os fatores mendelianos se referiam ao genótipo ou ao fenótipo. A7 apontou ser o genótipo. Esta associação restrita do conhecimento em genética a Mendel reflete o apontado por Justina e Ferrari de que no ensino se enfatizam os feitos deste cientista em detrimento de outros geneticistas (Justina & Ferrari, 2010, p. 132). Não houve menção pelos estudantes à teoria genotípica de Johannsen.

Quando questionados sobre a separação entre genótipo e fenótipo, os estudantes apresentaram ideias associadas à genética molecular,

a abordagem predominante no contexto da graduação em Ciências Biológicas, conforme apontado por Schneider e colaboradores (Schneider *et al.*, 2011, p. 218). Tal abordagem passa a se constituir em conhecimento a-histórico (Caldeira, 2009, p. 83). Essa visão está de acordo com o apontado por Joaquim e colaboradores sobre a predominância do conceito molecular em graduandos de Ciências Biológicas (Joaquim *et al.*, 2007, p. 12). Isto está explícito no diálogo abaixo, nas falas de A2, A9 e A7.

A2: O fenótipo eram as características externas e o genótipo é onde estavam os genes e onde estavam guardadas todas as nossas características.

M1: E a localização física dessas características?

A2: Na célula, no DNA.

M1: E nos dias de hoje o que é genótipo e fenótipo?

A9: Fenótipo são as características superficiais e o genótipo são genes, as partes pequenas [...].

M1: O que seriam essas partes pequenas?

A9: Seria o DNA.

A7: Fenótipo são as características determinadas pelos genes.

Entretanto, após a leitura do artigo de Johannsen, no momento da discussão coletiva, ao serem questionados acerca de os conceitos de gene, genótipo e fenótipo, A1 colocou que não tem como associar o gene a uma única estrutura. Para A6 há influência ambiental. A7 faz uma analogia com o proposto por Johannsen com o conhecimento atual acerca desses conceitos.

A1: Não. Os estudos atuais de gene estão mostrando que isso não é possível.

M1: Hipoteticamente se uma pessoa tem a sequência de DNA para um “câncer” essa pessoa fatalmente o terá?

A6: Não é bem assim. Tem outros fatores envolvidos como o ambiente, a alimentação.

M1: O que mais chamou a atenção de vocês no momento da leitura do artigo do Johanssen?

A7: Como A1 falou antes, o interessante que o Johanssen não via o gene como uma estrutura física. E hoje novamente estamos discutindo essa ideia, graças ao grupo que a gente começou a pensar que existem mais coisas envolvidas que o DNA [...].

Quando se analisa o diálogo acima, percebem-se evidências de que houve uma ampliação conceitual no âmbito do coletivo do grupo, ao inserir a ideia de gene processual e inclusão de fatores ambientais⁴. Encontraram-se indicativos também de que o conhecimento científico passou a ser concebido no coletivo do grupo como em constante construção e não algo estático, como no caso do diálogo abaixo estabelecido com A5.

A5: Quando estudamos genética, não se pensa sobre a separação entre o que é fenótipo e genótipo. Eu achava que estava separado sempre [...] desde Mendel.

M1: E o que significou para você conhecer a teoria genotípica?

A5: [...] me tornou mais crítico. Agora fico pensando sobre o conhecimento que está por trás e não apenas o que é dado em aula [...] escrito no texto [...] nem sempre as coisas foram como são hoje.

O enunciado de A5 acerca da construção do conhecimento científico corrobora o sugerido por Justina e colaboradores de que o estudo do episódio da teoria genotípica poderia ser um potencializador de discussões acerca da natureza da ciência e da percepção de processo na evolução conceitual da Biologia pelos estudantes (Justina *et al.*, 2010, p. 69).

Também houve a solicitação por parte dos licenciandos para inclusão de outros conceitos em estudos posteriores do grupo para a

⁴ A explicitação de diferentes conceitos de gene é encontrada em Schneider *et al.*, 2011.

compreensão da história da genética e dos conceitos de gene, genótipo e fenótipo, tais como os conceitos de “herança cromossômica” (A7) e “epigenética” (A1).

Considera-se que a inserção do artigo de Johannsen contribuiu para a compreensão desses conceitos que precisavam ser melhor estudados, pois o texto histórico forneceu elementos para subsidiar novas aprendizagens. Conforme Castro e Carvalho, quando os alunos chegam ao ponto de interrogar o objeto de estudo em sua gênese, buscando as razões ou os motivos que o engendraram, tentando acompanhar as modificações que lhe foram feitas ao longo das diversas incursões através do tempo, eles mostram disposição para reconstruí-lo (Castro & Carvalho, 1992, p. 232-233).

5.2 A abordagem didática da teoria genotípica

Durante as discussões iniciais no encontro do grupo, os estudantes sujeitos da investigação, ao compararem a teoria genotípica com as menções feitas em livros didáticos a Johannsen, limitando-o ao criador do termo “gene”, mostraram a percepção de que da forma que é abordada nesses materiais, a história da Biologia não contribui para a compreensão da natureza do conhecimento científico.

M1: A frase “O termo gene foi cunhado por Johannsen” presente em livros didáticos de genética do ensino superior. Como essa informação pode contribuir de alguma forma para o entendimento da genética?

A8: Ah! Não contribui

M1: Como teria que ser para contribuir?

A8: Com a história como foi que ele propôs [...] como foi descoberto [...] contar a história.

A1: [...] Teria que colocar a história de como foi, por que foi colocado esse nome, o contexto da época.

A8 e A1 sugeriram que a abordagem histórica deve ser mais contextualizada com a época em que ocorreu. Entretanto, os cursos de formação de professores não têm priorizado o ensino da história

da Biologia, muito menos de forma contextualizada. Conforme destacado por Carneiro e Gastal, é evidente a necessidade de adotar uma perspectiva histórica no ensino de Biologia, mas faltam os instrumentos para que esta proposta seja desenvolvida (Carneiro & Gastal, 2005, p. 38). A fim de a história da Biologia ser apresentada numa perspectiva distinta daquela que vem prevalecendo nos livros didáticos, é necessário repensar a sua abordagem nos cursos de formação inicial de professores. Tal necessidade também implica um esforço concentrado na produção de materiais curriculares, de leitura crítica dos materiais existentes e de pesquisas que apontem como a inserção de textos históricos contribui para fornecer aos professores indicadores a respeito de como trabalhar esta abordagem em suas aulas.

5.3 Percepções da abordagem histórica da Biologia na formação inicial

Quando individualmente questionados sobre a relevância, para sua formação enquanto professores e/ou pesquisadores, da inclusão nos estudos do GEBCA de episódios históricos, como o caso da teoria genotípica de Johannsen, todos os alunos salientaram a importância. Por exemplo, nos enunciados de A4, A5, A8 e A9, evidencia-se a compreensão da dinamicidade da construção do conhecimento acerca do conhecimento biológico em diferentes contextos.

A4: Eu acho importante, até já escrevi isso uma vez, a gente saber como se deu um conhecimento, que não foi de uma forma mágica. Para mim estava muito distante [...] de como acontecia da relação em cadeia [...] aquilo é do nada [...] a história da ciência vai ajudar a desenvolver este raciocínio dos alunos.

A5: Percebi não somente com esse trabalho, mas também com outras reuniões do grupo e as leituras dos artigos, o papel que a construção histórica exerce sobre o ensino, portanto com esse trabalho consegui ver ainda mais o quanto a história pode ser importante e auxiliar na aprendizagem. Com certeza para mim foi muito importante, pois me permitiu ter uma maior clareza do fato histórico por trás do conhecimento [...]. Uma visão que não possuía até o desenvolvimento do mesmo.

A8: Essa ideia continua [...] quando eu cheguei na universidade eu queria que a professora me dissesse o que faltava para descobrir em biologia celular, mas ela dava a ideia de que tudo já tinha sido descoberto [...] não tinha lado esquerdo da mitocôndria para estudar, por exemplo, isso me desanimou [...] eu não conseguia ver que tudo aquilo precisa ser estudado, reinterpretado [...] eu esperava que a professora dissesse isso, mas ela não fez isso [...] ela nunca disse um problema [...] essa foi a principal contribuição da história da biologia no grupo - ver que as coisas não estão solucionadas para sempre, como parece.

A9: Em algumas matérias, agora, consigo fazer relações, como anatomia e fisiologia [...] matérias parecidas a gente consegue juntar [...] pensar a biologia como um todo é muito amplo [...] a anatomia envolve outras coisas: embriologia, fisiologia, são várias coisas juntas [...]. Se o professor fizesse problemas que envolvesse os problemas com história, por exemplo, dos vírus em biocelular iria ajudar a compreender melhor. A gente não teve essa abordagem mais histórica no conteúdo, espero que no ano que vem seja diferente.

No que tange às limitações, foram salientados cuidados na utilização da história da Biologia no ensino, no que se refere à abordagem adequada de episódios da história da ciência como um processo histórico e coletivo, corroborando com Martins (1998, p. 20), como é apontado por A7.

A7: Como dito, hoje eu acho muito importante trabalhar a história da ciência, mas acho que ela só é válida se for de uma forma “correta”. Às vezes, passando somente algumas informações soltas, sem contexto nenhum, como o nome da pessoa que descobriu, o ano que nasceu e morreu e a cidade em que viveu, como normalmente se encontra nos livros, a história não tem tanta relevância para o ensino. Ela deve ser trabalhada, falando sobre a época, os acontecimentos que levaram a tal pessoa descobrir alguma coisa, se era aquilo mesmo que a pessoa procurava como foi a descoberta, a evolução que teve depois da descoberta. Desta forma o aluno pode entender como se dá o funcionamento da ciência, sem ter uma visão muito simplista de que tal pessoa foi lá e descobriu algo, aí depois de anos, outra pessoa descobriu outra coisa, desconsiderando a primeira pessoa.

6 CONCLUSÕES

Considera-se que a inclusão do episódio histórico da teoria genética em uma metodologia problematizadora no GEBCA contribuiu na formação inicial dos participantes desse grupo como professores e pesquisadores. Uma das contribuições foi no sentido da (re)construção conceitual inicial, em que a predominância de enunciados com um discurso estritamente mendeliano e molecular do genótipo passou para uma abordagem mais questionadora. Outra contribuição foi o despertar do interesse dos participantes para o estudo de outros episódios históricos e, conseqüentemente, de diferentes conceitos da genética, tais como o já mencionado conceito de epigenética, além de outros como eugenia e herança cromossômica. Também ficou evidenciada a percepção dos estudantes quanto à relevância da abordagem histórica para a aprendizagem do conhecimento biológico.

A inserção de episódios históricos em um grupo de pesquisadores em epistemologia da Biologia pode promover reflexões coletivas que levem os indivíduos participantes a significar os conhecimentos biológicos ao contextualizá-los nas instâncias de outros saberes, como é o caso dos didático-pedagógicos, envolvendo também relações com questões sociais. Assim, desconstruindo “verdades”, os estudantes aprendem a questionar as antigas certezas e se apossam de um discurso epistemológico mais próximo da Biologia como ciência única. Ao se promover reflexões em um grupo de epistemologia da Biologia, em que se destaque a relevância e limites da abordagem da história da Biologia, na formação de professores e no ensino de biologia, poder-se-á estar contribuindo para formar professores que mobilizem conhecimentos nas diferentes áreas que compõem a Licenciatura em Ciências Biológicas, ao pensar a construção do conhecimento biológico como um processo coletivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Fundação Araucária - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná, Brasil pelo apoio que viabilizou esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, Fernando. História da ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. Pp. 43-52, in: NARDI, Roberto (org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 2005.
- _____. O ensino de conteúdos de história e filosofia da ciência. *Ciência & Educação*, **5** (1): 55-72, 1998.
- BIZZO, Nélio Marco Vicenzo. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis. *Em aberto*, **11** (55): 28-35, 1992.
- CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Didática e epistemologia da Biologia. Pp. 73-86, in: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; ARAÚJO, Elaine S. Nicolini Nabuco de (orgs.). *Introdução à didática da Biologia*. São Paulo: Escrituras, 2010.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. História e filosofia das ciências no ensino de biologia. *Ciência & Educação*, **11** (1): 33-39, 2005.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; GIL-PEREZ, Daniel. *Formação de professores de ciências*. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- CASTRO, Ruth Schmitz de; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. História da ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, **9** (3): 225-237, 1992.
- EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. Pp. 3-21, in: SILVA, Cibelle Celestino (org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. Trad. Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GASKELL, George. Entrevistas individuais e grupais. Pp. 64-89, in: BAUER; Martin W.; GASKELL, George (orgs.). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.
- KRASILCHIK, Myrian; TRIVELATO, Sílvia L. F. *Biologia para o cidadão do século XXI*. São Paulo: FEUSP, 1995.
- JOAQUIM, Leyla Mariane; SANTOS, Vanessa Carvalho; ALMEIDA, Ana Maria Rocha; MAGALHÃES, João Carlos; EL HANI, Charbel Niño. Concepções de estudantes de graduação de

- biologia da UFPR e UFBA sobre genes e sua mudança pelo ensino de genética. *In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. 1 CD-ROM. Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.
- JOHANNSEN, Wilhelm Ludwig. The genotype conception of heredity. *The American Naturalist*, **45** (531): 129-159, 1911.
- JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; CALLUZZI, João José; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria Andrade. A herança genotípica proposta por Wilhelm Ludwig Johannsen. *Filosofia e História da Biologia*, **5** (1): 55-77, 2010.
- JUSTINA, Lourdes Aparecida Della Justina; FERRARI, Nadir. *A ciência da hereditariedade: enfoque histórico, epistemológico e pedagógico*. Cascavel: Edunioeste, 2010.
- MANUEL, Diana E. History and philosophy of science with special reference to biology: what can it offer teachers? *Journal of Biological Education*, **20** (3): 195-200, 1986.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria cromossômica de herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. Campinas, 1997. Tese (Doutorado em Genética) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- . A história da ciência e o ensino de biologia. *Ciência e Ensino*, **5**: 18-21, 1998.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; BRITO, Ana Paula O. P. Moraes. A história da ciência e o ensino de genética e evolução no nível médio: um estudo de caso. Pp. 245-264, *in: SILVA, Cibelle Celestino (org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a atual tendência de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, **12** (3): 164-214, 1995.
- MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília: Editora da UNB, 1998.
- MEDEIROS, Alexandre José Gonçalves de. A história da ciência e o ensino da física moderna. Pp. 273-292, *in: NARDI, Roberto (org.). A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. 2 ed. São Paulo: Escrituras, 2007.

- PORTIN, Petter. Historical development of the concept of the gene. *Journal of Medicine and Philosophy*, **27**(3): 257-286, 2002.
- PRESTES, Maria Elice B.; CALDEIRA, Ana Maria Andrade. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. *Filosofia e História da Biologia*, **4**: 1-16, 2009.
- SCHEID, Neusa; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificultam a educação científica. *Investigação em Ensino de Ciências*, **12** (2): 157-181, 2007.
- SCHNEIDER, Eduarda Maria; JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; ANDRADE, Mariana A. Bologna Soares; OLIVEIRA, Thais B.; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida. Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, **16** (2): 201-222, 2011.
- TEODORO, Sandra Regina; NARDI, Roberto. A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso de atração gravitacional. Pp. 57-68, in: NARDI, Roberto (org.). *Educação em ciências: da pesquisa à prática docente*. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2003.
- WANSCHER, Johan Henrik. The history of Wilhelm Johannsen's genetical terms and concepts from the period 1903 to 1926. *Centaureus*, **19** (2): 125-147, 1975.

Data de submissão: 25/08/2011.

Aprovado para publicação: 22/11/2011.

Lazzaro Spallanzani e a criação da disciplina de História Natural na Universidade de Pavia, em 1769

Maria Elice Brzezinski Prestes *

Resumo: Em 1769, Lazzaro Spallanzani foi contratado pela Universidade de Pavia para inaugurar a cátedra de História Natural. Isso ocorreu no âmbito de um amplo projeto de reformas no ensino na Lombardia, então sob o domínio da Imperatriz Maria Theresa da Áustria. Buscando expandir o currículo das ciências modernas, a reforma tratou de muitos aspectos, tal como a ampliação de espaços, com expansão das salas de aula e da biblioteca. O apoio didático às disciplinas foi consolidado pela criação de um Horto Botânico e de um Museu de História Natural. Ao mesmo tempo, o planejamento curricular buscava redefinir métodos e materiais de ensino. Neste artigo, serão expostas as diretrizes educacionais estabelecidas pelos reformadores de Viena, comparando-as ao plano de ensino efetivamente seguido por Spallanzani. A estrutura curricular de seus cursos será conhecida por meio da bibliografia recomendada aos seus alunos e pelos textos que compõem parte de suas Lições de Botânica e Zoologia, publicados recentemente na *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Ainda que a cátedra não tenha sido introduzida nas demais instituições universitárias da região, o estudo de caso é representativo do processo de institucionalização da pesquisa experimental e ensino prático sobre os seres vivos, independentemente dos interesses médicos, no último quarto do século XVIII.

Palavras-chave: história da disciplina de História Natural; manuais de ensino; Universidade de Pavia; Spallanzani, Lazzaro

* Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Grupo de História da Biologia e Ensino, GHBE, Universidade de São Paulo. Grupo de História, Teoria e Ensino da Ciência, GHTEC, Universidade de São Paulo. E-mail: eprestes@ib.usp.br

Lazzaro Spallanzani and the beginning of the chair of Natural History at the University of Pavia, in 1769

Abstract: In 1769, Lazzaro Spallanzani was hired by the University of Pavia to inaugurate the chair of Natural History. This occurred within a broader project of educational reforms in Lombardy, then under the rule of Empress Maria Theresa of Austria. Concerned with the expansion of the modern sciences curriculum, the reformers focused their attention in many aspects, such as the expansion of spaces for classrooms and library. The didactic support for teaching was consolidated by the creation of a botanical garden and a Museum of Natural History. Also, the new curriculum sought to re-define methods and teaching materials. This article will expose the educational guidelines established by the reformers in Vienna, comparing them to the teaching plan effectively followed by Spallanzani. The program of his courses will be ascertained by means of the bibliographical references recommended to students and by the texts that are part of his Lectures on Botany and Zoology, published recently in *Edizione nazionale delle operate di Lazzaro Spallanzani*. Even though the chair has not been introduced in other universities in the region at that time, this case study is representative of the process of institutionalization of experimental research and practical teaching on living beings, free from medical concerns, in the last quarter of the eighteenth century.

Key-words: history of natural history discipline; textbooks; University of Pavia; Spallanzani, Lazzaro

1 INTRODUÇÃO

Lazzaro Spallanzani (1729-1799) foi o primeiro professor de História Natural da região da Lombardia italiana. Começou a lecionar a disciplina em 1769, aos 40 anos de idade, na Universidade de Pavia, onde permaneceu trabalhando até o final de sua vida, em 1799. Assim, ao longo de 30 anos, Spallanzani pôde dedicar-se integralmente ao ensino e à pesquisa sobre os seres vivos.

Seus cursos de História Natural foram assistidos por grande número de alunos, especialmente em suas “exposições públicas”, em que relatava os resultados de suas pesquisas e fazia demonstrações práticas (Monti, 2005, p. 125).

No que diz respeito à institucionalização do ensino e pesquisa em História Natural, a disciplina que ministrou ilustra a fase de renovação das ciências no âmbito das universidades européias, na segunda metade do século XVIII. Além disso, a criação da disciplina de História Natural definiu o fórum próprio à autonomia do ensino e pesquisa dos produtos naturais, independente dos interesses médicos.

Neste artigo, serão examinados os traços característicos daquele momento de introdução disciplinar da História Natural na Itália como representativa do estágio de profissionalização do filósofo natural ou naturalista. Serão discutidos os planos de reforma universitária da região da Lombardia, bem como os planos de ensino e preocupações didáticas de Spallanzani. Será exemplificada a formação da estrutura didática de apoio, seja pela criação de Horto Botânico e de Museu de História Natural, seja pela adoção de livros já existentes e preparação de tratados destinados a guiarem o programa de ensino do professor ao mesmo tempo em que servissem de material de estudo para os estudantes. Por fim, serão indicadas evidências do método utilizado por Spallanzani em suas aulas, marcadas por práticas de observação e experiências.

Este estudo de caso ganha relevância quando se considera o fato de que a disciplina não foi simultaneamente introduzida nas instituições da região (Castellani, 1978, p. 35). Desse modo, Spallanzani foi o professor da “maior parte daqueles que estudaram publicamente História Natural na Lombardia, nos últimos trinta anos dos Setecentos” (Ferraresi, 1999, p. 295).

2 A CRIAÇÃO DA DISCIPLINA DE HISTÓRIA NATURAL E A REFORMA UNIVERSITÁRIA NA LOMBARDIA ITALIANA

Os resultados de pesquisa sobre plantas, animais e minerais, com ou sem interesse médico, foram objeto de ensino na Itália no século XVI. O médico Ulisses Aldrovandi (1522-1605), nomeado professor da Universidade de Bolonha, ministrava a disciplina dos *Simplices*, isto é, substâncias de origem animal, vegetal e mineral utilizadas para fins terapêuticos. Contudo, Aldrovandi se tornara um estudioso de história natural, realizando viagens em que se fazia acompanhar de seus alunos. Para ele:

“Se a leitura é de uma grande utilidade para os eruditos, as viagens o são dez vezes mais” (Aldrovandi *apud* Chansigaud, 2009, p. 34).

Nessas viagens, Aldrovandi coletava e herborizava plantas, utilizando procedimentos empregados até hoje na elaboração de exsiccatas (Sachs [1892], 2010, p. 18). Além disso, coletava amostras de fósseis, minerais e animais, constituindo um gabinete de curiosidades que chegou a 14.500 espécimes (Chansigaud, 2009, p. 27). O seu interesse pela História Natural enriqueceu suas aulas, ampliando-as com a abordagem de representantes dos três reinos, mesmo que sem interesse medicinal. Devido a essa abordagem e ao grande número de alunos que atraiu, a cadeira foi formalmente designada como História Natural em 11 de fevereiro de 1561 (Castellani, 1970, p. 109; Ferraresi, 1999, p. 264; Ferraresi, 2000, p. 111).

Apesar dessa iniciativa, a disciplina passou a ser introduzida mais sistematicamente nas universidades europeias no século XVIII. Na Universidade de Pádua, a cátedra *ad naturalem historiam* foi criada em 1759, e atribuída a Antonio Vallisneri (1708-1770)¹. A disciplina ministrada por Vallisneri destinava-se aos estudos de Zoologia, Botânica e Mineralogia (Ferraresi, 1999, p. 264)².

Dez anos depois, em 1769, foi a vez da Universidade de Pavia. A disciplina foi criada por meio de uma Delegação interina que a atribuiu a Lazzaro Spallanzani (Milani, 1982, p. 84).

Na segunda metade do século XVIII, em diversos lugares da Europa, como o bem conhecido caso da Universidade de Coimbra, a introdução das ciências modernas ocorreu em concomitância a uma profunda renovação no ensino, indo além do plano meramente curricular (Ferraz, 1997).

Assim também na Universidade de Pavia, a instalação da cátedra de História Natural foi decorrente de um projeto amplo de reformas

¹ Trata-se do filho do professor de medicina da Universidade de Pádua e reconhecido naturalista italiano, de mesmo nome, Antonio Vallisneri, sênior (1661-1730). O filho, natural do mesmo município em que Spallanzani nasceu, e ainda que um pouco mais velho, foi um amigo próximo que apoiou de diversos modos a opção de Spallanzani pela carreira de naturalista.

² Também nesse caso, em 1734, o apoio didático à disciplina foi configurado pela criação do Museu de História Natural da Universidade de Pádua, iniciado com exemplares doados por Antonio Vallisneri da coleção paterna.

que abarcava o sistema de ensino médio e superior da Lombardia italiana, então sob domínio do Império Austro-Húngaro. Desde os anos 1730, um movimento em reação à estagnação científica e cultural do período em que o Ducado de Milão esteve durante dominação espanhola (1535-1706) estendeu-se a vários campos da vida social e civil. Nessa época foi iniciado um processo de revisão dos programas e organização dos estudos da região (Vaccari, 1957, p. 147). Antigas disciplinas foram excluídas do currículo universitário e na Universidade de Pavia foram introduzidas as cátedras de Direito Público, Medicina Racional e Física Experimental, esta última lecionada a partir de 1742.

Em 1753, a então Imperatriz Maria Teresa de Habsburgo (1717-1780), encarregou ao Senado de Milão a preparação de um “um novo plano para melhorar a direção e a reorganização da Universidade”, procurando a recuperação de seu “antigo esplendor” (Vaccari, 1957, p. 150). Em 1756, foi traçado um projeto que buscava uma seleção mais rigorosa de professores e alunos, reorganização das cátedras, aquisição de mobiliário, renovação dos espaços e da biblioteca. O fracasso na execução desse plano levou a Imperatriz a instalar, em 1765, uma Delegação Régia, composta de cinco membros pertencentes ao alto escalão do Estado e sob o comando do Conde Karl Joseph von Firmian (1718-1782)³.

O Conde de Firmian conhecia Spallanzani, com quem trocou algumas cartas, indicando admiração por seus trabalhos publicados. Em junho de 1769, Spallanzani lhe escreveu dizendo-se insatisfeito com a “mísera soma” do salário que recebia então como professor de física e filosofia na Universidade de Modena. Solicitou o apoio do conde para obter aumento ou, alternativamente, viabilizar sua transferência à Universidade de Parma, para onde fora convidado para ocu-

³ O Conde de Firmian foi Ministro Plenipotenciário da Lombardia Austríaca, entre 1759 e 1782. Protetor das ciências, letras e artes, foi importante personagem do movimento reformista sob o governo de Maria Teresa. Admirador de Spallanzani, contribuiu para que ele fosse chamado para a cátedra em Pavia. Permaneceu oferecendo apoio às necessidades didáticas e científicas de Spallanzani por muitos anos, como a concessão de fundos necessários às viagens e expedições naturalísticas em que o naturalista dedicava-se à coleta de exemplares para o Museu de História Natural da Universidade de Pavia (Di Pietro, 1985, p. 249).

par a Cátedra de Física (Carta de Spallanzani a Firmian, de 04 de junho de 1769, *in* Spallanzani, 1985b, pp. 251-252). Três meses depois, Firmian responde a Spallanzani com novidades mais promissoras:

O desejo de atender ao assunto que V. S.^a Ilma. me fez conhecer **deu-me a ideia de propor à Corte de Viena uma cátedra de História natural na Universidade de Pavia**. Tendo sido aprovada minha proposta, me restava solicitar a Sua Alteza Sereníssima Duque de Modena permitir-me encaminhar-lhe o convite para assumir o exercício dessa disciplina no próximo ano escolástico; e S. A. S. tendo-me concedido esta graça, declarou que [...] deixa V. S.^a Ilma. em liberdade para aceitar o convite.

Dependendo então da vossa vontade em aceitar a referida cátedra, para a qual foi fixado o honorário anual de 2.500 Liras de Milão, não me resta senão aguardar a vossa resposta, e declarar minha maior estima. (Carta de Firmian a Spallanzani, de 30 de setembro de 1769, *in* Spallanzani, 1985b, pp. 252-253, sem grifos no original)

Na verdade, o nome de Spallanzani não foi o primeiro a ser cogitado para a cátedra. Havia mesmo em Viena uma tendência a fazer da disciplina algo mais direcionado aos médicos que “aspiravam ter papel dirigente na organização sanitária lombarda”. Nesse sentido, o nome cogitado para o cargo foi o do médico Giovanni Antonio Scopoli (1723-1788). No entanto, a decisão sobre a escolha dos professores estava nas mãos do Conde Firmian e em poucas semanas este conseguiu que os planos para a disciplina revertissem em favor da contratação de um “filósofo”, e não de um médico (Ferraresi, 1999, p. 274).

Spallanzani aceitou o convite “pela celebridade dessa Universidade, que é uma das mais antigas da Itália”, conforme expressou em carta ao seu amigo Charles Bonnet (1720-1793). Pesaram ainda em sua decisão, a “pensão muito boa”⁴ que lhe ofereceram e, talvez, mais decididamente, a satisfação de ter como “única ocupação [...] a Histó-

⁴ O salário anual de 2.500 liras teria sido o segundo mais alto da universidade, em que os professores de disciplinas experimentais tinham melhores salários devido “a natureza de seus estudos exigir maiores despesas na provisão de livros novos e na busca de novas descobertas” (Kaunitz *apud* Ferraresi, 1999, nota 39 à p. 276).

ria Natural, essa bela faculdade que há diversos anos é minha paixão dominante” (Carta de Spallanzani a Bonnet, de 23 de dezembro de 1769, *in* Spallanzani, 1984b, p. 113).

Spallanzani tratou de preparar-se para assumir a cátedra dali a poucas semanas. Preparou para a aula inaugural o *Prolusio*⁵, discurso em que esboçou a primeira resposta às críticas feitas por John T. Needham (1713-1781) ao seu livro sobre a geração espontânea de microrganismos. A controvérsia da geração espontânea envolveu não apenas entre esses dois autores, mas tinha origens antigas e prolongou-se pelo século XIX (Prestes e Martins, 2009).

Quanto aos planos de renovação do ensino, depois de sucessivas versões recusadas (de 1767 e 1768), a reforma curricular da universidade foi aprovada pelo chanceler de Estado em Viena e responsável político pela reforma, Wenzel Anton, Prince of Kaunitz-Rietberg (1711-1794). Assim, em 31 de outubro de 1771, a Imperatriz aprovou o Plano de Direção, Disciplinas e Economia da Universidade.

O Plano de Direção estabeleceu diretrizes de âmbitos diversos. Disciplinou as atribuições do Reitor e dos professores, bem como a constituição das quatro faculdades: de Filosofia, de Medicina, de Jurisprudência e de Teologia. Estabeleceu a distinção de graus em licença, magistério e doutorado, bem como as modalidades dos exames para colação de grau. Nas “Advertências gerais aos professores” foram indicadas as modalidades de ensino, a duração e frequência das aulas, as normas para a elaboração dos exames dos alunos.

O documento também conferiu certa autonomia administrativa à Universidade, fornecendo melhores condições para o planejamento de uma renovação vasta dos espaços da universidade. Giuseppe Piermarini (1734-1808), arquiteto que ficou mais famoso pelo *Teatro alla Scala* de Milão, foi chamado, por seu “gosto clássico contra os exageros e estranhezas do barroco” (Vaccari, 1957, p. 164). As obras iniciadas em 1771 se estenderam por diversos anos, dando origem à cons-

⁵ Esse discurso inaugural foi proferido em latim e publicado com o título *Lazari Spallanzani in Regio Ticinensi Gymnasio publici naturalis historiae professoris [...] Prolusio*. Mutinae: Joh. Montanari, 1770. A sua tradução ao italiano, intitulada *Prolusione*, foi publicada por Carlo Castellani em *Opere scelte di Lazzaro Spallanzani*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1978. Pp. 359-372.

trução de um novo laboratório químico e de uma galeria para as máquinas de experimentos.

O arquiteto Leopoldo Pollak, aluno de Piermarini, projetou algumas das novas salas de aula, como o Teatro físico (atual Sala Volta, figura 1) e o Teatro anatômico (atual Sala Scarpa, figura 2), este inaugurado pelo professor de Medicina Antonio Scarpa (1752-1832).

Para a expansão da biblioteca, Piermarini projetou um salão amplo e bem decorado conforme permanece até hoje (figura 3). O acervo foi ampliado por doação ou compra de coleções particulares como as do Padre matemático Gregório Fontana (1735-1803), do Conde Firmian e do fisiologista Albrecht von Haller (1708-1777) (*id.*, pp. 164-165). Houve também expansão da área do *Ateneo*, para abrigar os cursos novos e o maior número de alunos.

A ampliação de espaços da Universidade também decorreu das iniciativas do Imperador Giuseppe II (1741-1790)⁶, expoente do despotismo esclarecido que incrementou as reformas, não apenas na educação civil, mas também na educação religiosa. O Imperador tornou obrigatório que o clero secular obtivesse titulação nos cursos de Teologia e de Direito Canônico da Universidade de Pavia. Apenas por essa via, os eclesiásticos teriam permissão para lecionar Teologia nos monastérios, colégios e conventos do Estado de Milão.



Fig. 1. Sala Volta. Fonte: Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/alessandrovolta1745/6008650568/sizes/1/in/photostream/>>.

Acesso em 15 de abril de 2011.

⁶ Giuseppe II foi nomeado Imperador associado ao trono da mãe Maria Teresa em 1765, passando a reinar sozinho a partir de 1780, com a morte da Imperatriz.



Fig. 2. Sala Scarpa. Fonte: Disponível em: <<http://ticinum650.blogspot.com/p/aule-storiche.html>>. Acesso em 15 de abril de 2011.

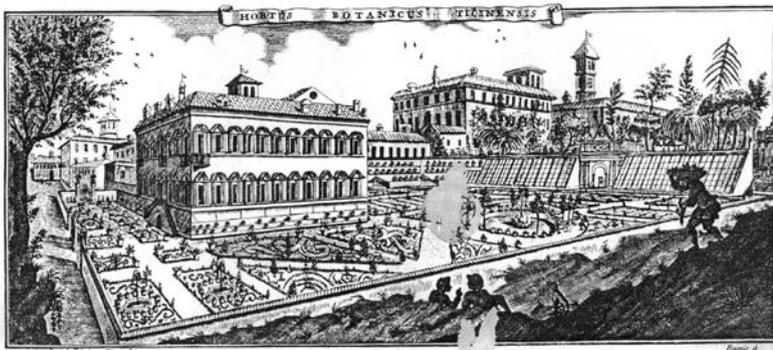
Tal diretriz, não apenas transferiu ao Estado um poder antes exclusivo à autoridade pontifícia, como minou a autoridade dos jesuítas presentes em seminários da Lombardia (Vaccari, 1957, p. 168). A reforma do ensino superior, em curso também em outros Estados italianos, foi um “momento fundamental da campanha contra os jesuítas” (Bonilauri, 1978, p. 20). A rivalidade e desconfiança que a Companhia de Jesus havia despertado junto a políticos e outras ordens religiosas e seculares, como ocorria em outros países, notadamente em Portugal, levou, como se sabe, o Papa Clemente XIV a suprimir a Companhia da Europa, em 1773.



Fig. 3. Biblioteca da Universidade de Pavia, com armários do século XVIII. Fonte: Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/650annidistoria/5860731551/>>. Acesso em 15 de abril de 2011.

A reforma também contemplou a adequação dos espaços como estrutura didática de apoio às disciplinas. Assim, por exemplo, foi constituído um Horto Botânico (figura 4) para “as ervas e plantas oportunas às demonstrações inerentes ao Instituto” (Plano de Direção *apud* Vaccari, 1957, p. 170). O horto desenvolveu-se com o passar dos anos, passando a abrigar muitos exemplares de plantas nativas e exóticas.

Além do Horto, o Plano de Direção estabeleceu a criação de um Museu de História Natural. Para garantir as formas de ocupação desse novo espaço, foi definida uma dotação orçamentária própria que serviria tanto para a aquisição de exemplares dos três reinos da natureza, quanto para o projeto e fabricação de mobiliário adequado para abrigar as coleções de História Natural (Ferraresi, 1999, p. 264). O museu seria gerido pelo professor da cátedra de História Natural já nomeado, seu *Prefetto*, Lazzaro Spallanzani (Prandi, 1951, p. 48).



L'Orto botanico dell'Università alla fine del sec. XVIII. Dall'opera di GIOVANNI ANTONIO SCOPOLI, *Deliciae florae et faunae insubricae*, de 1786.

Fig. 4. Horto Botânico da Universidade de Pavia no final do século XVIII, ilustrado na obra de Giovanni Antonio Scopoli, *Deliciae florae et faunae insubricae*, de 1786. Fonte: Vaccari, 1957, p. 167.

3 DA FÍSICA EXPERIMENTAL ÀS OBSERVAÇÕES E EXPERIÊNCIAS COM SERES VIVOS

Ao assumir a disciplina de História Natural, aos 40 anos de idade, Spallanzani deixava para trás 13 anos iniciais de sua carreira docente

em Reggio Emilia e Modena. Sua experiência de ensino não era, portanto, pequena. Porém, era voltada a outras áreas do conhecimento e outros níveis de ensino. No ensino secundário, lecionou Grego, Lógica, Matemática e Francês e, em universidades, ensinou Filosofia, Física e Matemática⁷.

O convite para a cátedra de História Natural foi, portanto, em parte motivado pela experiência docente. Porém, pesou mais especialmente o renome de pesquisador que já alcançara na Itália e no exterior. Em 1765, Spallanzani havia publicado uma obra que “o fez conhecido de modo favorável no mundo científico” da época (Castellani, 1978, p. 30). Trata-se do livro dedicado à já mencionada controvérsia da geração dos microrganismos, denominados então “animálculos das infusões”, o *Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il sistema della generazione dei Signori di Needham, e Buffon* (Ensaio de observações microscópicas concernentes ao sistema da geração dos senhores Needham e Buffon). Em 1768, publicou novo livro sobre a geração, dessa vez, de diversos animais, *Prodromo di un opera da imprimersi sopra le riproduzioni animali* (Projeto de uma obra a ser publicada sobre as reproduções animais), além de um livro sobre a ação do coração sobre os vasos sanguíneos, *Dell'azione del cuore ne' vasi sanguigni* (Acerca da ação do coração sobre os vasos sanguíneos).

No período anterior à Pavia, além de outros estudos de menor monta, Spallanzani também havia publicado a tradução de uma obra de história natural de autoria do naturalista genebrês Charles Bonnet (1720-1793). A tradução, enriquecida de notas e novas observações realizadas pelo próprio Spallanzani, foi publicada em 1769-1770 com o título *Contemplazione della natura del Signor Carlo Bonnet* (Contempla-

⁷ Logo depois de formado em Filosofia na Universidade de Bolonha, Spallanzani começou sua carreira docente em Reggio Emilia, em 1755. No mesmo colégio em que havia feito os estudos secundários, o Seminário-Colégio dos Jesuítas, Spallanzani foi professor de Grego, Lógica, Matemática e Francês. Dois anos depois, em 1757, passou a ensinar Física e Matemática na pequena e recém-criada Universidade de Reggio Emilia. Buscando uma melhor posição institucional e maiores proventos, em 1763 mudou-se para Modena, onde permaneceu seis anos lecionando Grego no Colégio São Carlo (Colégio de Nobres) e Filosofia e Física na Universidade de Modena (Castellani, 1978; Di Pietro, 1979).

ção da natureza do Senhor Carlos Bonnet)⁸. Veremos adiante que Spallanzani fez largo uso dessa publicação, entre outras, no curso de História Natural ministrado em Pavia.

Essas obras refletem o que o naturalista levou na bagagem ao mudar-se para a Universidade de Pavia. Somava nove anos de pesquisa sobre os seres vivos, iniciados com a investigação sobre a geração dos animálculos das infusões no período em que lecionou em Reggio Emilia. Nessa época, mais precisamente, em 1761, havia solicitado livros de História Natural ao amigo Vallisneri, que já era professor de disciplina com o mesmo nome em Pádua, argumentando que “precisaria ditar aos alunos um tratado de História Natural” (carta de Spallanzani a Vallisneri de 16 de novembro de 1761, *in* Spallanzani, 1988, p. 241). Dois anos depois, solicitou a outro amigo, um “tratado de Fisiologia” (carta ao padre Alfonso Gianotti de 24 de abril de 1763, *in* Spallanzani, 1985a, p. 76). Entre outros, esses indícios apontam para o fato de que Spallanzani, como professor de física e matemática na Universidade de Reggio Emilia, na verdade, abria espaço para mesclar assuntos de história natural em seus cursos⁹, que seguiam o método escolástico¹⁰.

Essa tendência acentuou-se quando passou à Universidade de Modena. Ao ministrar o curso de Filosofia, à parte das aulas de Física¹¹, em que destacava o “uso de experimentos”, Spallanzani introdu-

⁸ O livro de Charles Bonnet em francês, *Contemplation de la nature* foi publicado em Amsterdam, 2 volumes, em 1764.

⁹ O conteúdo de seus cursos de Física e Astronomia podem ser conhecidos pelos manuscritos em latim, que hoje se encontram parcialmente publicados (Spallanzani, 1994b, pp. 27-194). O curso ministrado no ano letivo 1758-1759 tratou de uma introdução à física, da gravidade newtoniana, de notas sobre o método do tratado do movimento e de temas da Astronomia. Esta parte do curso, intitulada *De caelo, et mundo*, também foi ministrada mais tarde em Modena, onde, em 1764, agregou uma exposição sobre o problema da “influência dos corpos celestes sobre os terrestres”, negando a existência de influxos dos astros sobre vegetais e animais (Di Pietro, 1994b, p. 27; p. 180).

¹⁰ À exposição do argumento, sucediam as objeções e as conclusões de modo que as várias temáticas eram sequenciadas em *probat, obijcies, respondeo, distingo* (Di Pietro, 1994b, p. 28).

¹¹ O curso de Física em Modena alternava um ano para o ensino de Física geral (Física propriamente dita) e especial (relativa aos assuntos da atual química) com um ano de Lógica e Metafísica (Di Pietro, 1994b, p. 28).

ziu conteúdos relacionados aos seres vivos, conforme aparecem nas anotações das aulas (Di Pietro, 1994a, p. 8; 1994b, p. 28).

A diversidade curricular reflete, sem dúvida, a guinada dos interesses de pesquisa de Spallanzani para o campo biológico. Não por acaso, o primeiro livro que publicou, quando residia em Modena, em 1765, o *Dissertazione due* (Duas dissertações), reunia o seu primeiro trabalho da área biológica, o já mencionado *Saggio di osservazioni microscopiche*, escrito em italiano, como todas as suas obras subsequentes, e a sua tese de titulação em Filosofia na Universidade de Bolonha, desenvolvendo um tema da Física e escrita em latim, *De lapidibus ab aqua resilientibus dissertatio* (Dissertação sobre o ricochete de pedregulho atirado sobre a água).

O tema da tese reflete escolha decorrente da formação em física que obteve em Bolonha junto aos professores Laura Bassi (1711-1778) e seu marido, Giovanni Giuseppe Veratti (1707-1793)¹². Esse convívio ampliou-se das aulas na universidade para as sessões de eruditos reunidos por Laura Bassi em sua casa e forneceu a Spallanzani um “modelo de comunidade científica, com a qual compartilhava a epistemologia experimentalista” (Cavazza, 1999, p. 190; p. 193). A consequência foi enorme para o jovem estudante que, por orientação paterna, havia ingressado na Universidade na carreira de Direito: no final do terceiro ano, transferiu-se para a Faculdade de Filosofia.

A sólida formação nas teorias e métodos da Física, adotando explicitamente o modelo newtoniano em detrimento do cartesiano, certamente forneceu subsídios para ele desenvolver a pesquisa experimental com os seres vivos. Na carta que endereçou à Academia de Bolonha por ocasião da publicação do *Dissertazioni due*, o autor dirigiu a obra aos amantes “da boa Física, um corpo de experiências exatas e criteriosas [...] conforme o ótimo método” (Carta de Spallanzani à

¹² Repete-se na historiografia um equívoco a respeito da relação familiar entre Spallanzani e Laura Bassi, muitas vezes apontada como sua prima. Segundo Di Pietro, os Bassi eram uma família natural da cidade natal de Spallanzani, Scandiano, de modo que seu pai recomendou-lhe fazer contato com a professora Laura Verati Bassi assim que chegasse na Universidade de Bologna. Três anos depois que Lazzaro terminou a faculdade, uma de suas irmãs, Feliciano, casou-se com um sobrinho de Laura Bassi, só então efetivando o parentesco entre os Bassi e os Spallanzani (Di Pietro, 1979, p. 18; p. 20).

Academia de Bolonha, de 1765, in Spallanzani, 1984a, p. 9). A tese foi, contudo, o único trabalho de pesquisa de Spallanzani na área da Física, à qual se dedicou ainda alguns anos, mas apenas na atividade docente.

Veremos agora como ele organizou o seu curso de História Natural em Pavia, expressando algumas tensões entre as diretrizes curriculares impostas pelos reformadores de Viena e a autonomia pretendida – e, de certa forma, alcançada – pelo professor naturalista de Pavia.

4 O PLANO CURRICULAR DA DISCIPLINA DE HISTÓRIA NATURAL

Enquanto o Plano de Direção havia estabelecido orientações gerais para as disciplinas, incluindo a nova cátedra de História Natural, o Plano Científico (*Piano Scientifico*), aprovado em 1773, tratou de sua consolidação. O Plano Científico promoveu uma reestruturação radical e completa dos currículos (Castellani, 1978, p. 35). Ele balizou também as atividades dos professores, o que incluía a elaboração do planejamento de seus cursos, que seguia para avaliação e aprovação em Viena.

O Plano Científico estabeleceu que a disciplina de História Natural seria oferecida pela Faculdade de Filosofia¹³. De duração bienal, teria o objetivo de formar alunos nas áreas de Zoologia e Mineralogia, permanecendo a cargo da Faculdade de Medicina o ensino sobre as plantas. Entre 1777 e 1778, de fato, a disciplina de Botânica, juntamente com a de Química e de Matéria médica, foi ensinada no curso de Medicina pelo professor Giovanni Antonio Scopoli (Milani, 1982, p. 84).

Apesar dessa diretriz curricular, Spallanzani não deixou de tratar do reino vegetal em suas aulas. Certamente, uma das razões dessa decisão está relacionada à sua própria pesquisa. Spallanzani realizou diversos estudos sobre os vegetais, tanto em suas viagens e excursões naturalísticas, quanto em suas investigações experimentais. Analisou

¹³ Além da História Natural e dos estudos propriamente filosóficos, a reforma no curso de Filosofia incluiu também a História, a Matemática e a Física (Vaccari, 1957, p. 156).

tópicos como o da polinização e da reprodução vegetal, da ação da luz e das trocas gasosas das plantas, dos danos causados pelos parasitas animais¹⁴. Estudou plantas de diversos grupos, como musgos e diferentes tipos de fungos (Plantefol, 2004).

Outra razão utilizada por Spallanzani para a justificação pública da inclusão de assuntos botânicos em seu plano de ensino foi a de que considerava o seu estudo das plantas bastante diverso do modo como elas eram tratadas no curso médico de Scopoli. Assim explicava a seqüência de estudos aos alunos de seu curso:

Do Reino Mineral farei passagem ao Reino Vegetal que será assunto das lições seguintes até o final do ano escolar. Este tratado não será uma laboriosa **nomenclatura das plantas. Essa província não me pertence, mas ao professor de Botânica. O meu ofício e minha obrigação são o ensino da Física das plantas**, que significa evidenciar as partes de seus componentes, ou seja, a sua organização, bem como explicar a sua economia, isto é, as suas várias funções, tais como o nascimento, o crescimento, a fecundação, a geração e semelhanças. (Spallanzani [1791], 1994c, p. 348, sem grifos no original)

Além disso, não se pode deixar de considerar uma questão de ordem não epistemológica para a sobreposição de assuntos nas disciplinas dos dois professores, Spallanzani e Scopoli. Os dois colegas acabaram desenvolvendo uma inimizade pública, marcada por conspirações mútuas¹⁵. Em 1786, Antonio Scopoli, juntamente com outros colegas da universidade, acusou Spallanzani de furtar espécimes do Museu de Pavia para incorporá-las à sua coleção particular mantida na cidade natal, Scandiano. Spallanzani encontrava-se em viagem a Constantinopla e só soube da acusação em seu regresso, no final

¹⁴ Os vegetais foram contemplados nas suas publicações de 1776, *Opuscoli di fisica animale e vegetabile dell' abate Spallanzani*, de 1780, *Dissertazioni di fisica animale e vegetabile* e de 1792-1797, *Viaggi alle Due Sicilie e in alcune parti dell' Appennino*. As plantas também foram tema de estudo em *Rapports de l'air avec les êtres organisés; ou, Traité de l'action du poumon et de la peau des animaux: sur l'air, comme de celle des plantes sur ce fluide*, obra publicada postumamente, em 1807.

¹⁵ As relações difíceis entre os dois professores também deve ser entendida como reflexo de um dissídio latente entre os professores de origem alemã e italiana. Scopoli, apesar do nome italiano, era “um bom alemão” (Bilancioni, 1929, p. ix).

daquele ano. Alguns meses depois, em 14 de julho de 1787, uma Declaração Régia inocentou Spallanzani e repreendeu os acusadores.

Na mesma época, chegou às mãos de Scopoli um exemplar de um tipo desconhecido de verme intestinal humano. Scopoli produziu uma ilustração e cunhou um nome científico à nova espécie, incluindo a ilustração em seu livro *Deliciae florae et faunae insubricae* (Encantos da fauna e flora da Insubria) publicado em 1786. No entanto, o tal verme não passava de um pedaço de esôfago e de traqueia de uma galinha, preparado propositalmente para causar o engano. Há diversos indícios de que Spallanzani orquestrou essa fraude para vingar-se do colega¹⁶.

Além disso, Spallanzani de fato contava com liberdade para organizar a duração de seu curso “em até três ou quatro anos”, de modo a atender melhor à natureza de seu trabalho. Sua abordagem divergente em relação ao do botânico e do químico foi autorizada por documento intitulado *Sobre a cátedra de história natural em Pavia*, datado de 2 de junho de 1770, assinado por um dos membros da Delegação Régia, Gian Rinaldo Carli (1720-1795).

O reino vegetal diz respeito ao exame das leis de conservação e de propagação que formam variedade e progressão [...] restando ao botânico a descrição individual, a nomenclatura e a série das plantas. (Carli *apud* Ferraresi, 1999, p. 281)

Assim sendo, ao lecionar História Natural, Spallanzani estabeleceu o curso bienal alternando Zoologia, Mineralogia e Botânica (Di Pietro, 1994c, p. 195). A disciplina contava com uma carga horária de 180 horas-aula por ano (Di Pietro, 1979, p. 254; Milani, 1982, p. 107)¹⁷.

O primeiro plano da disciplina enviado a Viena por Spallanzani continha uma forte orientação teórica derivada da obra de Charles Bonnet. Propunha que os produtos da natureza fossem apresentados aos alunos segundo “sua divisão em classes ordenadas em harmoni-

¹⁶ Um e outro episódios foram descritos e interpretados diversamente por autores como Campanini (1888), Montalenti (1929) e Belloni (1984). Uma análise ampla dos episódios foi feita recentemente por Paolo Mazzarello, 2004.

¹⁷ Equivalente, segundo a grade curricular padrão de nossas universidades de hoje, a um curso de 6h semanais, por 15 semanas.

osa gradação na escala dos seres”, resumindo a imagem da escala dos seres concebida por Bonnet em seu *Traité d’insectologie* (Tratado de insetologia), de 1745, retomada em livros posteriores, *Considerations sur les corps organisés* (Considerações sobre os corpos organizados), de 1762, e *Contemplation de la nature*, de 1764.

Ao longo do primeiro ano do curso, propunha tratar da “geração do Homem e dos quadrúpedes e dos diferentes sistemas que a explicam” (Ferraresi, 1999, p. 277). As aulas do curso de “História natural do homem”, hoje publicado, incorporavam uma grande variedade de autores e obras¹⁸. Nesse curso ele fez uso da nomenclatura de Lineu e sua subdivisão dos animais em seis classes, mamíferos, aves, anfíbios, peixes, insetos e vermes¹⁹. O curso incluía também a “história” dos tipos mais importantes de quadrúpedes, com a descrição de seus costumes e maneiras de viver.

No segundo ano, se ocupava das “aves, peixes, répteis, testáceos e insetos”. Sobre a geração dos insetos, estendia a discussão para as “maravilhosas reproduções animais”. Além das descrições “que convêm a um naturalista filósofo”, introduzia “discursos anatômicos” (Ferraresi, 1999, p. 278).

Ainda no segundo ano, o curso passava aos conteúdos da botânica e da mineralogia (sobre o curso de mineralogia ver Prestes & Faria, 2011).

O *Trattato de’Vegetabili* (Tratado dos vegetais) que ministrou em 1791 abordava conteúdos da anatomia e da morfologia das diferentes partes das plantas. Porém, dava maior destaque à fisiologia, descrevendo a “transpiração sensível e insensível”, os experimentos sobre a “emanação de ar vital”, a germinação de sementes, o crescimento em largura e altura, a nutrição, a circulação do suco, movimento, estiola-

¹⁸ Na versão publicada do curso, sem data, provavelmente ministrado nos anos 1990, o autor citado com mais frequência é Buffon, indicando consulta a volumes diversos de seu *Histoire naturel*. Há citações também a Tournefort, Fontenelle, Haller, Maupertuis, Crantz, Linné, Réaumur, Thevenot, Bonguer, Aristóteles, Gmelin, Kolbe, Daubenton, Grew, Gesner, Plínio, Willughby, Vallisneri e muitos outros (Spallanzani, 1994e).

¹⁹ Segundo Di Pietro, usou a 10ª edição do *Systema naturae* de Lineu, de 1758 (Di Pietro, 1994d, p. 49).

mento, doenças e “paralelos entre as plantas e os animais” (Spallanzani, 1994f).

Com o exposto, temos uma ideia do programa do curso que Spallanzani ministrava. Passemos agora a outro elemento do planejamento curricular, introduzido entre as novidades fomentadas pela reforma em curso no ensino da época: a utilização de um livro texto já publicado, bem como a elaboração de guias às aulas que também servissem de material de estudo aos alunos.

5 A ADOÇÃO E ELABORAÇÃO DE LIVRO TEXTO

O Plano Científico de Viena para a reforma do ensino continha também considerações sobre o modo de dar aulas. Propunha o abandono do estilo escolástico. As aulas deveriam servir para “explicar” e “não perder tempo ditando” as lições (Ferraresi, 1999, p. 278). Para isso, a criação do Horto Botânico e do Museu de História Natural colaboraram para fomentar a renovação dos métodos de ensino. Outro apoio provinha dos livros adotados nos cursos.

Já foi mencionada a tradução que Spallanzani havia feito de obra de Bonnet ao italiano. Assim, não hesitou em adotá-la ao iniciar o seu curso de História Natural. Como o *Contemplazione de la nature* não continha todos os assuntos do programa planejado em Viena para a disciplina, era complementado com outro livro do mesmo autor, *Considérations sur les corps organisés*. Spallanzani notificou a escolha desses materiais no programa de ensino de sua disciplina que, como os demais professores, teve que submeter, em maio de 1770, à aprovação do príncipe Kaunitz, em Viena.

Charles Bonnet era naturalista de grande prestígio à época e o Plano Científico da reforma estava permeado de citações tiradas de suas obras. No entanto, alguns anos depois, em 1775, Spallanzani recebeu uma notificação, de que a obra tinha sido vetada pelos professores de Viena. As razões alegadas parecem ter sido de ordem didática:

A obra *Contemplazione della natura* do Sr. Bonnet [não foi aprovada em Viena porque] parece não ser a mais útil para os estudantes, que têm necessidade de definições claras, de divisões sistemáticas e de seguirem dos elementos introdutórios aos temas mais difíceis; ainda que esse livro seja ótimo para quem já tenha estudado a História natural.

(Carta de Spallanzani a Firmian de 26 de setembro de 1775, *in* Spallanzani, 1985b, p. 276)

Contudo, ainda que reconhecendo algumas limitações da obra, como o texto por vezes pouco conciso, com algumas lacunas e em algumas passagens obscuras aos estudantes, insistiu em seu uso como manual de ensino. Argumentou que podia suprir as lacunas, como havia feito ao longo dos seis anos em que o vinha adotando, com suas próprias notas e informações coletadas em outros autores. Além disso, considerou não haver outra obra, “em alemão, francês, italiano ou latim, que lhe superasse”:

Eu falo de um curso que não é uma simples nomenclatura, mas de um livro metódico e racional e que abarque em conjunto a Física, isto é, os três grandes Reinos, mineral, vegetal e animal. Por consequência dessa total carência de cursos de História natural em texto impresso para uso em minha escola, eu não tive dúvida em indicar o de Bonnet, não só pela multiplicidade de fatos de História natural que compreende, como pela concatenação e bela ordem com que os une. (Carta de Spallanzani a Firmian de 26 de setembro de 1775, *in* Spallanzani, 1985b, p. 276)

Completo o argumento lembrando que durante os anos em que empregou o texto de Bonnet, somado à sua orientação na “arte de bem observar e experimentar”, viu nascer nos alunos o desejo de seguirem nesses estudos, inclusive aqueles que se formavam em Medicina (Ferraresi, 1999, p. 277).

Em resposta, o Conde Firmian concedeu o que se pode chamar de uma “autorização provisória” para seguir utilizando o texto naquele ano. Porém, recomendou novas diligências do professor para procurar outro livro que pudesse satisfazer ao ensino e, “ao mesmo tempo, à opinião daqueles que, como o príncipe Kaunitz, desaprovavam Bonnet, ainda que sem sugerir um texto melhor” (carta de Firmian a Spallanzani de 10 de outubro de 1775, *in* Spallanzani, 1985b, p. 278).

Spallanzani continuou adotando o livro por muitos anos – assim como continuou discutindo com Viena essa escolha. Em 1780, redigiu um arrazoado de seis páginas ao príncipe Kaunitz, em que além dos argumentos já mencionados, acrescentou tratar-se de obra de

“pequena dimensão” e “despesa discreta”. Além disso, a tradução para o italiano facilitava o uso pelos alunos²⁰. Mencionou que as novas edições do livro de Bonnet em francês, bem como as traduções para o alemão, incorporaram as notas que o próprio Spallanzani havia acrescentado na tradução italiana (Spallanzani [1780], 1994d, p. 12).

Nesse mesmo documento, Spallanzani forneceu mais informações sobre as outras obras com que preenchia as lacunas do livro de Bonnet em suas aulas. Mencionou os trabalhos de René Ferchault de Réaumur (1683-1767), referindo-se às *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes* (*Memórias para servir à história dos insetos*), publicadas em seis volumes entre 1734-1742, e aos muitos artigos publicados pela Academia de Ciências de Paris. Mencionou também a *Histoire naturel* de Buffon, também disponível em tradução para o italiano, publicada na mesma época²¹. Para complementar os assuntos relativos ao “Reino fóssil” (na época o termo “fóssil” referia-se a todos os minerais, incluindo os atuais fósseis), Spallanzani propôs começar utilizando um “pequeno Tratado de Mineralogia, segundo os dois sumos mineralogistas, Vallerio e Cronstedt” (Spallanzani [1780], 1994d, p. 12).

No registro do curso de Mineralogia, ministrado em 1783, confirmava a permanência do livro de Bonnet como guia do curso (Di Pietro, 1994e, p. 10). Ainda mais tarde, em 1791, ao término das aulas de mineralogia e anúncio da passagem do curso ao reino vegetal, informou aos alunos:

O livro de que me servirei é o *Contemplazione della natura* do muito célebre Bonnet, que há muitos anos eu venho usando por ser vulgarizado para o uso nas escolas e acrescentado de notas e observações [do próprio Spallanzani]. O livro é dividido em dois volumes pequenos. O primeiro gira principalmente em torno dos animais. O segundo versa em parte sobre as plantas, e será desse volume que farei uso. O autor explica as propriedades principais das plantas e ao mesmo tempo confronta essas propriedades com as dos animais. Assim a

²⁰ A tradução foi publicada em dois volumes em Modena, nos anos 1769-1770. Até a morte de Spallanzani, a tradução foi re-editada seis vezes na Itália. O livro de Bonnet também foi traduzido imediatamente ao alemão (1770), com 4 re-impressões até o início do século XIX.

²¹ Disponível em tradução italiana publicada entre 1770 e 1773 em Milão, *Storia naturale generale e particolare* em 32 volumes (Ferraresi, 1999, nota 53 à p. 283).

doutrina nasce mais ilustrativa e amena. [...] Como o filósofo genêrês é restrito, como Bergman na Mineralogia, tratarei de enriquecer o seu livro com muitas adições, e com aquelas descobertas que no Reino Vegetal foram feitas depois da publicação do *Contemplazione*. A suma importância deste tratado se revela por si própria: ele terminará sendo mais agradável que o de Mineralogia, porque as plantas possuem mais relações conosco. Enquanto os fósseis [isto é, os minerais] não têm outra relação com o homem senão o de serem corpos, as plantas têm a vida etc. (Spallanzani, [1791], 1994c, p. 348)

Paralelamente, com o passar do tempo, e particularmente nos anos 1990, o professor Spallanzani já havia reunido material em “tratados” para os alunos, como os que foram mencionados na seção anterior deste artigo. Esses tratados sobre as plantas e sobre os animais não chegaram a ser publicados até porque constituíam mais guias ou roteiros de cursos, listando tópicos e aspectos a serem trabalhados com os alunos, bem como autores cujas observações, experimentos e discussões deviam ser analisadas. Há indícios de que Spallanzani tinha intenção de publicar o tratado sobre os minerais, mas isso não chegou a ocorrer (Prestes & Faria, 2011).

Por fim, resta mencionar que a escolha dos manuais de ensino marcaram não apenas a prática docente de Spallanzani, mas consistiram, essencialmente, em fontes que pautaram a sua pesquisa. Spallanzani foi fiel ao modelo naturalístico de Bonnet e Buffon de descrição das espécies, que compreendia aspectos que hoje denominamos etológicos e ecológicos dos seres vivos. Também se manteve atento às observações anatômicas e ao método de investigação de caráter experimental formatado no âmbito físico-matemático e inspirado em Réaumur (Ferraresi, 1999, p. 279).

6 O MÉTODO DE ENSINO

Desde a aula inaugural de História Natural, em 1770, Spallanzani defendia que a “arte de bem observar e fazer experiências” devia guiar o ensino da disciplina.

Removida a barbárie da antiga Física, foi introduzido um novo método filosófico, sob a orientação primeira de Galileu, depois de Newton, Redi e Malpighi, e, finalmente, em nosso tempo, de Vallisneri e

de Réaumur, entre outros. (Spallanzani [1770] in Castellani, 1978, p. 359)

O “espírito da observação”, defendeu Spallanzani no documento encaminhado em 1780 ao príncipe Kaunitz, “não é restrito à Filosofia Natural ou qualquer outra parte da Física, mas é o espírito universal da ciência e da arte” (Spallanzani [1780], 1994d, p. 15). Com isso, pretendia convencer os reformadores de Viena que estava levando adiante o proposto no *Piano di disciplina* de 1771, que sugeria aos docentes a realização de experiências como melhor método de ensino.

O que é particularmente relevante na didática de Spallanzani é que, junto aos textos utilizados, enriquecia as aulas com muitos comentários e resultados de suas próprias observações e experiências, “colocando em evidência a necessidade de ensinar aos jovens o modo de observar o mundo da natureza, estimulando neles o ‘espírito de observação’” (Di Pietro, 1994e, p. 9).

A orientação experimental utilizada por Spallanzani na formação de seus alunos está registrada ainda em um pequeno documento recentemente publicado, *Experienze fatte e da farsi in mia casa per le pubbliche Ostensioni* (Experiências feitas e a serem feitas em minha casa para apresentação pública). Redigida em Pavia, em 6 de maio de 1790, a nota contém uma enumeração simples, sem outras digressões, de experiências já realizadas:

Ontem, em minha casa, comecei as experiências para os meus alunos sobre a circulação do sangue, sobre a cópula e sobre a fecundação artificial nas rãs. (Spallanzani [1790], 1994a, p. 24)

A anotação segue com lista de experiências que seriam feitas nos encontros seguintes, em parágrafos curtos, separados pela data em que a *accademia*, ou seja, as aulas seriam realizadas. A distribuição das datas, contudo, é irregular. Para alguns encontros, indicou a data precisa, permitindo conhecer a sua distribuição semanal: 12 de maio, 19 de maio, 4 de junho, 9 de junho, 16 de junho. Pode-se notar que as experiências reproduzidas nas aulas eram relacionadas aos temas de pesquisas já publicadas de Spallanzani: reprodução, digestão e circulação. Outras se referem aos estudos químicos sobre a respiração dos animais que estava começando a realizar nos anos 1790.

O documento tem caráter de anotação pessoal, com detalhamento divergente de informações. Enquanto algumas experiências foram apenas mencionadas, outras foram discriminadas em suas etapas e variações. Em alguns casos, Spallanzani também registrou o tipo de ser vivo que seria objeto do experimento. O trecho abaixo ilustra o modo com que redigiu esse breve guia de aulas. Mas, acima de tudo, evidencia com nitidez o ritmo intenso das atividades práticas em suas aulas.

Em novembro farei as seguintes experiências. Procurar víboras não apenas para experimentar seu veneno sobre diversos animais, mas para ver também os fetos, se encontrarmos alguma prenhe.

Hábitos de lesmas vivíparas dos fossos de Pavia.

Submeter diversos galináceos a bolinhas de vidro dentro de seu ventre.

No dia 12 de maio farei as seguintes experiências. Girinos já nascidos por fecundação artificial. Piolhos das plantas. Lesmas aquáticas vivíparas. Mutilação de salamandra terrestre. Não havendo pólipos *in natura*, mostrar aos jovens as pranchas de Trembley.

No dia 19 de maio farei as seguintes experiências. Farei uma galinha engolir bolinhas ocas de cristal; outra, estilhaços de vidro; e outra ainda uma bola de chumbo com pontas de agulhas. Neste caso, será melhor valer-me de um peru. O tempo necessário para que seu ventre (*ventriglio*) opere sobre estes corpos estranhos será empregado para mostrar os vermes que são sempre encontrados na túnica interna do ventrículo (*ventricolo*) das salamandras terrestres; também será usado para mostrar os troncos das artérias cortadas nessas salamandras e os girinos nascidos artificialmente e então muito crescidos. (Spallanzani [1790], 1994a, p. 24)

A lista dessas aulas práticas impressiona: procurar tênia nos intestinos de galináceos; ver movimento peristáltico nos intestinos de alguns animais, o movimento do coração da rã; mostrar os aspectos da irritabilidade na minhoca; discutir sobre o entorpecimento dos anfíbios na neve; fazer ver o chamado cuspe do cuco; meter alguns sapos e rãs dentro de uma caixa envolta rapidamente por gesso e ver

o quanto vivem; experimentar as cobras nadadoras, e os ratos d'água, mostrando que embaixo d'água morrem, assim como as rãs; mostrar que a lagartixa terrestre e as serpentes têm dois pênis. Em alguns casos, fez referência ao autor que relata a observação: “provar que a codorniz não se torna letárgica mediante frio artificial (ver Buffon, t. IV, p. 253)” (Spallanzani [1790], 1994a, p. 24-25).

Quando Spallanzani iniciou a docência da disciplina de História Natural, atendia aos alunos da Faculdade de Medicina²² e apenas alguns anos depois (1774) aos alunos da recém criada Faculdade de Filosofia. No entanto, permaneceu a diversidade de alunos matriculados em carreiras distintas, pois os cursos da Faculdade de Filosofia eram propedêuticos aos alunos de Medicina, de Teologia e de Leis. Além disso, o curso também era aberto aos alunos dos últimos anos do ginásio, pois estes não dispunham regularmente da disciplina em seu currículo.

Nesse contexto, não é de estranhar o número de alunos: no ano acadêmico 1779-1780, mais de 115 alunos, no ano de 1786-1787 havia mais de 400. “Mesmo após os levantes da Revolução Francesa, que também levou ao fechamento temporário da universidade, em 1796, o número de estudantes que freqüentavam suas aulas foi grande, chegando a duas centenas de ouvintes” (Di Pietro, 1979, p. 39).

A intensa atividade prática em suas aulas certamente causou impacto entre os alunos. A isso, somou-se a fama de ser um professor entusiasmado, comunicativo e ótimo orador.

Spallanzani era uma ilustração da Universidade. Nenhuma de suas classes de seu grande edifício era capaz de conter seu imenso público. De sua cátedra, sempre com o cabelo na testa, declamava suas lições com um ar de pregador e com profundas inflexões de voz. Às vezes, parecia o estrondo de um trovão, outras vezes, tão baixo que lhe era difícil ouvir. [...] Os seus gestos também eram originais. Algumas vezes batia com os punhos sobre a mesa, como um furioso, em outras, tornava-se tão terno que se podia pensar querer abraçar seu público.

²² Em referência aos alunos de Medicina, Spallanzani faz uma menção explícita na *Picciola memoria* encaminhada ao Príncipe Kaunitz, salientando o maior valor de suas teses de formatura se elas fossem baseadas em estudo experimental (Spallanzani [1780], 1994d, p. 15).

Não sem razão, para elogiar-lo, usavam a alcunha: “É o Buffon da Itália”. (Franck *apud* Pighini, 1929, p. x)

7 CONCLUSÕES

Neste artigo, conhecemos o modo pelo qual a disciplina de História Natural foi inaugurada na região da Lombardia austríaca, em 1769, marcando a autonomia do ensino e pesquisa sobre os seres vivos. O professor responsável, Lazzaro Spallanzani, contou com coleções de exemplares dos três reinos da natureza reunidos em Museu de História Natural, criado como apoio didático à disciplina. Não lhe faltou ainda a adoção de livro texto para guiar as aulas e servir de material de estudo aos alunos. O estudo de caso ilustra a consolidação da pesquisa experimental com seres vivos associada a um método de ensino por meio de aulas práticas que privilegiavam a então chamada “arte de observar e fazer experiências”.

Apesar do êxito em atrair alunos, Spallanzani não chegou a criar em torno de si uma rede de colaboradores que dessem continuidade ao seu trabalho. É certo que contou com ajudantes para auxiliar na separação de materiais das aulas práticas, copistas para a elaboração dos textos, guias para as viagens naturalísticas, ajudantes para a sistematização e custódia do museu de História Natural. Esse pessoal de apoio foi constituído pelos religiosos que circulavam na Universidade, “domenicanos, agostinianos, abades, barnabitas” (Ferraresi, 1999, p. 291).

No entanto, esses ajudantes não chegaram a constituir uma verdadeira rede de colaboradores, pois não ultrapassaram o que Maria Teresa Monti e Marc Ratcliff denominaram a “invisibilidade” de um “espaço historiograficamente opaco” (Monti & Ratcliff, 2004). Em outras palavras, não houve entre eles quem desenvolvesse os temas de pesquisa do mestre, nem quem adotasse diretamente o seu método experimental para decidir sobre as questões controversas abordadas em suas pesquisas, ampliando contemporaneamente os resultados obtidos (Monti, 2004, pp. 137-138; 2005, pp. 125-126).

Os temas abordados nas aulas de Spallanzani e sua abordagem baseada em aulas práticas de observação e experimentos com seres vivos são exemplos das fases iniciais do longo processo de institucionalização da disciplina de História Natural.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece o apoio da FAPESP (Processo 2010/08163-8) para a realização desta pesquisa, bem como a gentil acolhida de David Rabouin, da Equipe REHSEIS, *Recherches Epistémologiques et Historiques sur les Sciences Exactes et les Institutions Scientifique*, Universidade de Paris 7, e de Rafael Mandressi, do Centro Alexandre Koyré, *Centre de Recherche em Histoire des Sciences et des Techniques*, para a pesquisa bibliográfica nas bibliotecas de Paris.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLONI, Luigi. Asterischi Spallanzaniani. *Physis, Rivista Internazionale di Storia della Scienza*, Firenze, **18** (1): 104-111, 1984.
- BILANCIONI, Guglielmo. Prefazione. Pp. vi-xviii, in: PIGHINI, Giacomo. *Viaggi ed escursioni scientifiche di Lazzaro Spallanzani*. Bologna: L. Cappelli, 1929.
- BONILAURI, Franco. Museo e città: le collezioni Spallanzani e Chierici a Reggio Emilia. Firenze: Olschki, 1978.
- CAMPANINI, Naborre. *Storia documentale del Museo di Lazzaro Spallanzani*. Bologna: Nicola Zanichelli, 1888.
- CASTELLANI, Carlo. Ulisse Aldrovandi. Vol. 1, pp. 108-110, in: *Dictionary of Scientific Biography*. New York: Charles Scribner's Sons, 1970.
- _____. Introduzione. Pp. 9-55, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Opere Scelte di Lazzaro Spallanzani*. A cura di Carlo Castellani. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1978.
- CAVAZZA, Marta. Laura Bassi “maestra” di Spallanzani. Pp. 185-202, in: BERNARDI, Walter; MANZINI, Paola (ed.) *Il cerchio della vita: materiali di ricerca del Centro Studi Lazzaro Spallanzani di Scandiano sulla storia della scienza del Settecento*. Firenze: Olschki, 1999.
- CHANSIGAUD, Valérie. *Histoire de l'illustration naturaliste: des gravures de la Renaissance aux films d'aujourd'hui*. Paris: Delachaux et Niestlé, 2009.
- DI PIETRO, Pericle. *Lazzaro Spallanzani*. Modena: Aedes Muratoriana, 1979.
- _____. Carlo Firmian. P. 249, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima: Carteggi. Volume quarto. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1985.

- _____. Lezioni di Botanica. Pp. 7-8, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume secondo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (a).
- _____. Lezioni di Fisica; Lezioni di Astronomia. Pp. 27-28; 180, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (b).
- _____. Lezioni di Paleontologia. Pp. 195-196, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (c).
- _____. Lezioni sul Regno animale. P. 49, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume secondo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (d).
- _____. Spunti di metodo didattico. Pp. 9-11, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (e).
- FERRARESI, Alexandra. Spallanzani docente di Storia Naturale all'Università di Pavia: gli esordi. Pp. 263-299, *in*: BERNARDI, Walter; MANZINI, Paola. *Il cerchio della vita*. Firenze, Olschki, 1999.
- _____. La storia naturale insegnata: problemi di contenuti, metodi, testi per Spallanzani. Pp. 111-154, *in*: BERNARDI, Walter; STAFANI, Marta. *La sfida della modernità*. Firenze: Olschki, 2000.
- FERRAZ, Márcia H. M. As ciências em Portugal e no Brasil (1772-1822). São Paulo: Educ, 1997.
- MAZZARELLO, Paolo. *Costantinopoli 1786: la congiura e la beffa, l'intrigo Spallanzani*. Torino: Bollati Boringhieri, 2004.
- MILANI, Riccardo. Faunística, ecologia, etologia e la variabilità degli organismi nel pensiero e nella didattica di Lazzaro Spallanzani. Pp. 83-106, *in*: MONTALENTI, Giuseppe & ROSSI, Paolo. (Ed.) *Lazzaro Spallanzani e la biologia del Settecento: teorie, esperimenti, istituzioni scientifiche: atti del Convegno di studi: Modena, Scandiano, Pavia, Reggio*

- Emilia, 23-27 marzo 1981*. Firenze, Olschki, 1982 (Biblioteca della “Rivista di Storia delle Scienze Mediche e Naturali”, 22).
- MONTALENTI, Giuseppe. *Il secondo centenario di Lazzaro Spallanzani. Dalla Nuova Antologia, 1° Febbraio 1929*. Roma: Soc. Nuova Antologia/Casa Editrice d’Arte Bestetti e Tumminelli, 1929.
- MONTI, Maria Teresa. Le “réseau” de Spallanzani: circulation de théories, procédures et specimens. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 26 (2): 137-155, 2004.
- _____. I “dotti amici” di Spallanzani: autori minori, scienziati “invisibili” o “naturalisti non filosofi”? Pp. 125-154, in: CANZIANI, Guido (ed.). *Storia della scienza, storia della filosofia: interferenze*. Milano: Franco Angeli, 2005.
- MONTI, Maria Teresa; RATCLIFF, Marc J. (ed.). *Figure dell’invisibilità: le scienze della vita nell’Italia d’antico regime*. Firenze: Olschki, 2004.
- PIGHINI, Giacomo. Viaggi ed escursioni scientifiche di Lazzaro Spallanzani (com documenti inediti ed illustrazioni). Prefazione di Guglielmo Bilancioni. Bologna: L. Cappelli, 1929.
- PLANTEFOL, Lucien. Spallanzani botaniste. Avec une présentation et les notes par Carlo Castellani. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 26 (2): 137-155, 2004.
- PRANDI, Dino. *Bibliografia di Lazzaro Spallanzani*. Firenze: Sansoni Antiquariato, 1951.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski; FARIA, F. Felipe de Almeida. Lazzaro Spallanzani e os fósseis: das observações em viagens naturalísticas à sala de aula de História Natural. *História, Ciência, Saúde – Mangueiras*, 18 (4), 2011.
- _____. História da Biologia no Ensino: Needham, Spallanzani e a geração espontânea. Pp. 87-97, in: CALDEIRA, Ana Maria de A.; ARAUJO, Elaine S. N. Nabuco de. *Introdução à Didática da Biologia*. São Paulo: Escrituras, 2009.
- SACHS, Julius von. *Histoire de la botanique: du XVI^e siècle jusqu’à 1860 [1892]*. Chilly-Mazarin: SenS Editions, 2010.
- SPALLANZANI, Lazzaro. Carteggio con Accademia de Bologna. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima: Carteggi. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1984 (a).

- _____. Carteggio con Charles Bonnet. *In*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima: Carteggi. Volume secondo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1984 (b).
- _____. Carteggi con Alfonso Gianotti. Pp. 75-80, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima: Carteggi. Volume quinto. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1985 (a).
- _____. Carteggi con Carlo Firmian. Pp. 249-329, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima: Carteggi. Volume quarto. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1985 (b).
- _____. Carteggi con Antonio Vallisneri Jr. Pp. 216-282, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima: Carteggi. Volume decimo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1988.
- _____. Esperienze fatte e da farsi in mia casa per Le pubbliche ostensioni. [1790]. Pp. 24-25, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (a).
- _____. Lezioni di Fisica; Lezioni di Astronomia. Pp. 27-168; 169-194, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (b).
- _____. Lezioni di Mineralogia. Pp. 205-353, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (c).
- _____. Picciola memoria relativa al modo con cui il Professore di Storia Naturale della Regia Università di Pavia suole combinare la parte sistematica della Scienza che insegna con lo spirito di osservazione. [1780]. Pp. 11-16, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (d).
- _____. Storia naturale dell'uomo. Trattato sui quadrupedi, uccelli,

- amfibi, pesci, insetti, vermi. Pp. 50-243, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume secondo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (e).
- _____. Trattato de'Vegetabili. [1791]. Pp. 9-47, *in*: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume secondo. Ed. por Pericle Di Pietro. Modena: Mucchi, 1994 (f).
- _____. Prolusione: osservazioni, e sperienze intorno agli animalucci delle infusioni in occasione che si esaminano alcuni articoli della nuova opera del Sig. di Needham. [1770]. Pp. 359-372, *in*: CASTELLANI, Carlo (ed.). *Opere scelte di Lazzaro Spallanzani*. Torino: Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1978.
- VACCARI, Pietro. *Storia della Università di Pavia*. 2^a ed. Riveduta ed illustrata. Pavia: Università di Pavia, 1957.

Data de submissão: 06/08/2011.

Aprovado para publicação: 30/11/2011.

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*. 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.

Os artigos devem ter um máximo de 6.000 palavras (incluindo as notas de rodapé) e devem ser escritos dentro do arquivo modelo da ABFHIB, disponível em <http://www.abfhib.org/Publicacoes/Modelo-Fil-Hist-Biol.doc>. 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).

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.

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.

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