

ISSN 1983-053X

Filosofia e História da
Biologia
vol. 14, nº 1, 2019



Associação Brasileira de
Filosofia e História da
Biologia – ABFHIB

 **FAPESP**

BOOKLINK

Filosofia e História da Biologia 14.1

Filosofia e História da Biologia

Volume 14, número 1

Jan.-Jun. 2019

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

DIRETORIA DA ABFHiB (GESTÃO 2015-2017)

Presidente: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS)

Vice-Presidente: Charbel N. El-Hani (UFBA)

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

Tesoureira: Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Conselheiros: Anna Carolina Krebs P. Regner (ILEA-UFRGS)

Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP-Bauru)

Nelio Marco Vincenzo Bizzo (USP)

Ricardo Francisco Waizbort (Instituto Oswaldo Cruz)

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 (FFCLRP-USP)

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 (ILEA-UFRGS), Charbel Niño El-Hani (UFBA), Douglas Allchin (UM-EUA), Gustavo Caponi (UFSC), Marisa Russo (UNIFESP), Marsha L. Richmond (WSU-EUA), Maurício de Carvalho Ramos (USP), Nadir Ferrari (UFSC), Nelio Bizzo (USP), Pablo Lorenzano (UBA, Argentina), Palmira Fontes da Costa (UNL, Portugal), Ricardo Waizbort (Instituto Oswaldo Cruz), Sander Gliboff (IU-EUA), Susana Gisela Lamas (UNLP, Argentina)

ISSN 1983-053X

Filosofia e História da Biologia

Volume 14, número 1

Jan.-Jun. 2019



**Filosofia e História
da Biologia**

V. 14, n. 1, jan.-jun. 2019

homepage /
e-mail da revista:

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

ABFHiB

Associação Brasileira de Filosofia e
História da Biologia

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

Copyright © 2019 ABFHiB

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

Editoras executivas:
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Maria Elice Brzezinski Prestes

Assistência de revisão:
Matheus Abude Whebe

Editoração: Fabio Fiss

Filosofia e História da Biologia. Vol. 14, número 1 (jan.-jun. 2019). São Paulo, SP: ABFHiB, 2019.

Semestral

x, 113 p.; 21 cm.

ISSN 1983-053X

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

CDD 574.1 / 574.9

Filosofia e História da Biologia é indexada por:

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

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

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

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

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

Sumário

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins, Maria Elice Brzezinski Prestes e Roberto de Andrade Martins

“Apresentação”

“Presentation”

Antonio Carlos Sequeira Fernandes e Sandro Marcelo Scheffler 1

“A Coleção Binckhorst e o Museu Nacional: uma perda pela sua não aquisição?”

“The Binckhorst Collection and the National Museum: a loss for its no acquisition?”

Cristianini Trescastro Bergue 23

“Bathybic ostracods: Old, diverse, and plenty of memories on past oceans”

“Ostracodes batílicos: antigos, diversos e repletos de memórias sobre os oceanos pretéritos”

Matheus Luciano Duarte Cardoso, Thaís Cyrino de Mello Forato e Maria Luiza Ledesma Rodrigues 45

“Ciência e epistemologia em sala de aula: Uma perspectiva histórica para a teoria de Lamarck”

“Science and epistemology in the classroom: A historical perspective for Lamarck’s theory”

Maurício de Carvalho Ramos 79

“*Encheiresis naturae*: a manipulação da natureza na química e na botânica”

“*Encheresis naturae*: manipulation of nature in chemistry and botanics”

“Depois de Darwin: Romanes e o papel da herança de caracteres adquiridos no processo evolutivo”

“After Darwin: Romanes and the role of inheritance of acquired characteristics in the evolutionary process”

Apresentação

Com o intuito de promover a discussão de temas de interesse dentro da história e filosofia da biologia e suas interfaces epistêmicas e contribuir para o amadurecimento dessas áreas de estudo, um dos objetivos da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB), o volume 14, número 1, de *Filosofia e História da Biologia*, contém cinco artigos.

Os temas abordados nos artigos que integram este fascículo situam-se em termos cronológicos nos séculos XIX e XX e compreendem estudos de história da evolução, além de estudos de interface entre a história da geologia e paleontologia; história da oceanografia, geologia e paleontologia; história da biologia e ensino; e história da química e da biologia.

Antônio Carlos Sequeira Fernandes e Sandro Marcelo Sheffler discutem o caso de uma importante coleção geológica holandesa, organizada por Johannes Theodorus van Binckhorst, que foi ofertada ao Museu Nacional na segunda metade do século XIX, e as razões por não ter sido adquirida na época, bem como os desdobramentos desse fato.

Cristianini Trescastro Bergue trata da história das pesquisas desenvolvidas nos séculos XIX e XX sobre organismos de regiões batiais e abissais, tomando o caso particular dos ostracodes (microcrustáceos) de águas profundas e sua contribuição para o estudo dos oceanos pretéritos.

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins discute sobre a posição de George John Romanes, membro do círculo de Darwin, em relação ao papel da herança de caracteres adquiridos no processo evolutivo após a morte de Darwin, e até que ponto sua visão se aproximava da proposta original de Darwin.

Matheus Luciano Duarde Cardoso, Thaís Cyrino de Mello Forato e Maria Luiza Ledesma Rodrigues apresentam uma proposta didática para a escola básica, com a sugestão de um plano de aula, relacionado à evolução e envolvendo as concepções de Lamarck, concebido a partir de um pluralismo metodológico.

Maurício de Carvalho Ramos analisa do ponto de vista histórico

e epistemológico a noção de *encheiresis naturae*, a arte química de manipular a vida e procura oferecer elementos epistemológicos que auxiliem na resolução de problemas relacionados à síntese artificial da vida.

Gostaríamos de agradecer a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, além de autores de artigos e pareceristas, para a elaboração deste volume e para a concretização dos objetivos da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia.

Os Editores

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Maria Elice Brzezinski Prestes

Roberto de Andrade Martins



Börje Kullenberg (1906-1991) in the oceanographic expedition between 1947 and 1948 of the U. S. oceanographic ship Albatross, which worked from 1883 to 1919. Courtesy of Gunnar Kulleberg.

A Coleção Binckhorst e o Museu Nacional: uma perda pela sua não aquisição?

Antonio Carlos Sequeira Fernandes *

Sandro Marcelo Scheffler #

Resumo: O Museu Nacional do Rio de Janeiro recebeu, em 1877, uma oferta para aquisição de uma excelente coleção geológica holandesa. A coleção tinha sido organizada pelo paleontólogo holandês Johannes Theodorus van Binckhorst van den Binckhorst (1810-1876), estudioso da geologia e paleontologia da região de Limburg, sendo autor de quase duas dezenas de trabalhos sobre o tema. A coleção continha cerca de 4.000 amostras entre fósseis, rochas e minerais provenientes, principalmente, das camadas calcárias cretáceas de Maastricht, Holanda. Com sua morte, a coleção foi oferecida ao Museu que, sem dispor dos recursos necessários para a compra, absteve-se de adquiri-la; no ano seguinte, a coleção era comprada pelo atual *Museum für Naturkunde Berlin*, Alemanha. O Museu Nacional perdeu, assim, a oportunidade de incrementar seu acervo geopaleontológico com uma importante coleção de fósseis, a qual poderia ter subsidiado estudos comparativos com os fósseis do Cretáceo brasileiro. Se por um lado o Museu Nacional amargou essa considerável perda, por outro, em decorrência do desastroso incêndio que o atingiu em 2 de setembro de 2018, a coleção permaneceu preservada no museu onde se encontra atualmente. Neste trabalho procura-se esclarecer os motivos que levaram o Museu Nacional a não adquirir a coleção e, deste modo, a sorte de sua preservação por não se encontrar na instituição durante o terrível sinistro. **Palavras-chave:** Coleção Binckhorst, Cretáceo, Museu Nacional

* Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. Quinta da Boa Vista s/n, CEP 20940-040, Rio de Janeiro, RJ. Academia das Ciências de Lisboa. E-mail: fernande@acd.ufrj.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. Quinta da Boa Vista s/n, CEP 20940-040, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: schefflersm@mn.ufrj.br

The Binckhorst Collection and the National Museum: a loss for its no acquisition?

Abstract: The National Museum of Rio de Janeiro received, in 1877, an offer for the acquisition of an excellent Dutch geological collection. The collection had been organized by the Dutch paleontologist Johannes Theodorus van Binckhorst van den Binckhorst (1810-1876), a scholar of geology and paleontology of the Limburg region, authoring almost two dozen bibliographies on the subject. The collection contained about 4,000 samples among fossils, rocks and minerals mainly from the Cretaceous limestone layers of Maastricht, Netherlands. After passing away, his collection was offered to the National Museum, which, without having the necessary resources for the purchase, refrained from acquiring it; the following year, the collection was purchased by the current Museum für Naturkunde Berlin, Germany. The National Museum thus missed the opportunity to increase its geopaleontological collection with an important collection of fossils, which could have subsidized comparative studies with the fossils of the Brazilian Cretaceous. If, on the one hand, the National Museum suffered this considerable loss, on the other hand, due to the disastrous fire that struck it on September 2, 2018, the collection remained preserved in the museum where it is currently. In this work we try to clarify the reasons that led the National Museum not to acquire the collection and, thus, the luck of its preservation for not being in the institution during the terrible casualty.

Key-words: Binckhorst Collection; Cretaceous; National Museum

1 INTRODUÇÃO

Em meados de 1877, o Museu Nacional recebeu uma oferta para compra de uma importante coleção geológica de procedência europeia. Organizada pelo paleontólogo Johannes Theodorus van Binckhorst van den Binckhorst (1810-1876), a coleção era composta por mais de 4.000 amostras de fósseis, rochas e minerais. Consistia, na maior parte, de fósseis de invertebrados procedentes das camadas de idade cretácea (Maastrichtiano), por corresponder à principal área de estudo de Binckhorst, a região de Limburg, Holanda. Vários grupos de paleoinvertebrados encontravam-se representados na coleção, incluindo exemplares de gastrópodes e cefalópodes, muitos dos quais descritos pelo próprio Binckhorst, levando assim à presença de holótipos na coleção, enriquecendo seu valor científico. Além dos paleoinvertebrados, o acervo era composto também por paleovertebrados, com a presença de restos

de mosassauros, quelônios, dinossauros, mamíferos e o esqueleto completo de um ictiossauro, além de fósseis vegetais. Com o falecimento de Binckhorst, seu filho pôs à venda a coleção oferecendo-a a várias instituições, incluindo o Museu Nacional. O Museu, entretanto, não pode concretizar a compra, o que terminou sendo feita no ano seguinte pelo *Kaiserliches Mineralogisches Museum*, atualmente o *Museum für Naturkunde Berlin* ou Museu de História Natural, de Berlim, onde se encontra a coleção.

O motivo pelo qual o Museu Nacional não adquiriu a coleção, todavia, deveu-se a uma condição histórica comum à manutenção de repartições públicas, passadas e presentes: a falta de recursos orçamentários, situação costumeira desde os tempos imperiais que deixou, assim, um irreparável vácuo para o acervo paleontológico do Museu Nacional.

No presente artigo, os autores procuram enfatizar a importância da coleção ofertada e de seu organizador, relatando, com base nos documentos que se encontravam no acervo histórico do Museu Nacional, as razões e consequências de sua não aquisição com considerações sobre a vantagem de sua permanência no museu, face aos acontecimentos trágicos de 2 de setembro de 2018 que levaram à destruição da maior parte de seu acervo científico no incêndio que atingiu a instituição.

2 J. T. VAN BINCKHORST VAN DEN BINCKHORST

Johannes Theodorus van Binckhorst van den Binckhorst nasceu em 3 de agosto de 1810 em Amsterdam, tendo recebido o nome de J. T. Binkhorst. Seu pai, Franciscus Binkhorst, morador da localidade de Binckhorst em Voorburg, cidade situada ao sul da Holanda, um respeitável *marchand* de Amsterdam, obteve por decreto real em 1867 a alteração do nome de Binkhorst para Van Binkhorst. Sua mãe, Maria Helena Koch, de origem belga, nasceu em Oostende, cidade litorânea na região de Flandres, situada ao norte do país

J. T. Binkhorst estudou na Academia Real Militar em Delft, tendo servido como oficial no exército até seu afastamento em decorrência de problemas na vista, em 1835, mudando para Maastricht¹. Segundo

¹ Designação atual da cidade em língua holandesa. O termo Maestricht, em francês,

Krutzter (1962, p. 176), “em [11 de maio de] 1842 ele foi admitido na nobreza holandesa e utilizou o nome Binkhorst van den Binkhorst”. Com o decreto, o título concedido foi de “Jonkheer”, o mais baixo nível na nobreza holandesa, e que passou a ser utilizado por Binkhorst em suas publicações como a de 1859 e por seu filho na carta que encaminhou ao diretor do Museu Nacional em 1877 (Museu Nacional, pasta 16, doc. 72 e doc. 72-A, de 17/06/1877).

Em 6 de maio de 1868, Binkhorst obteve o direito de alterar seu nome passando então a se chamar J. T. van Binckhorst van den Binckhorst, nome que adotou dessa data em diante e pelo qual é mencionado no presente texto. Por causa da mudança de nome a partir de 1868, a citação bibliográfica a partir deste ano passou a se referenciar como Binckhorst com a letra “c”. As referências bibliográficas anteriores a esse ano grafam o nome sem a letra “c”, permanecendo como Binkhorst. Adotou-se, deste modo, o critério utilizado por Krutzter (1962, p. 177).

Entre os anos de 1843 e 1846, Binckhorst exerceu o cargo de prefeito na vila de Meerssen, situada próximo a Maastricht, embora nesse período não tivesse se estabelecido na cidade. Sua administração, entretanto, foi marcada por grandes dificuldades internas, o que acabou levando a seu afastamento (Krutzter, 1962).

De acordo com Hovens:

O fracasso da carreira política de Binkhorst deveu-se, em grande parte, ao próprio nobre, pois não dispunha de muito jogo de cintura. Também suas origens holandesas podem ter sido desfavoráveis no vilarejo de Limburg, no sul da Holanda, numa época logo após a separação indesejada da Bélgica. (Hovens, 2017, p. 317)

Binckhorst foi nomeado para a prefeitura de Meerssen por seu sogro, então governador de Limburg no período de 1841 a 1846, em detrimento da indicação de outros nomes que possuiriam a aprovação dos habitantes locais, obrigados então a aceitar o novo prefeito. Como resultado, “Binkhorst [*sic*] não deve ter sido recebido de forma calorosa. Ainda por cima, ele não quis se mudar com sua família para Meerssen” (Hovens, 2017, p. 317).

encontra-se em desuso, mas aparece em artigos antigos do século XIX publicados em francês.

Grosseiro, Binckhorst brigou com colega de uma prefeitura vizinha, difamou seu chefe, opôs-se firmemente ao separatismo que tinha, em Meerssen, “muitos adeptos, que não mediram esforços para alcançar seus objetivos, e atrapalhar o prefeito no seu trabalho” (Hovens, 2017, p. 317). A situação culminou em novembro de 1845, quando os habitantes da cidade fizeram uma petição ao rei reclamando das atitudes do prefeito. O estopim foi um desentendimento, no dia 22 do mês anterior com um habitante de um vilarejo vizinho, que resultou em enfrentamento com chicote e a marcação de um encontro para um “duelo com direito à pistola”, evitado devido à “intervenção da gendarmaria” (Hovens, 2017, p. 318). Devido à briga, os contendentes foram obrigados a pagar multas e despesas processuais.

Insatisfeito com sua situação em Meerssen, em janeiro de 1846, em audiência com o rei, Binckhorst revelou aspirar um outro cargo. Apesar das palavras encorajadoras de Guilherme II, pediu demissão em julho (Hovens, 2017, p. 318).

Binckhorst ainda tentou, sem sucesso, obter outros cargos administrativos, encerrando assim sua carreira administrativa. Nas palavras de Hovens:

A continuação de uma carreira administrativa não era mais opção para Binkhorst [*sic*], que talvez tenha se sentido aliviado, pois assim podia se dedicar a sua paixão: a geologia e paleontologia da região do sul de Limburg. Neste ofício, demonstrou ter paciência, e muita. De qualquer forma, com os fósseis, encontrados em áreas de extração de marga, não tinha como brigar. (Hovens, 2017, p. 318)

Se por um lado a atuação de Binckhorst como prefeito de Meerssen foi desastrosa, por outro, seu interesse pela ciência paleontológica foi coroado de sucesso. Afastado de seus compromissos administrativos, Binckhorst pôde se dedicar integralmente à paleontologia e à geologia do solo do Limbourg (*sic*) meridional, principalmente das camadas cretáceas. Tinha espírito de observação e muita paciência em suas pesquisas (Kruytzer, 1962, p. 176).

Binckhorst foi membro da Ordem dos Cavaleiros de Nosso Senhor Jesus Cristo de Portugal² e, na sua vida acadêmica foi membro de so-

² Atualmente Ordem Militar de Cristo.

iedades científicas como a Sociedade Geológica da Alemanha, a Sociedade Geológica da França, a Sociedade de Ciências Naturais de Württemberg, a Sociedade de Ciências Naturais da Prússia Rhenana e Westphalia, a Sociedade Real de Ciências de Liège, a Sociedade Paleontológica da Bélgica na Antuérpia, a Sociedade de Artes e Ciências de Utrecht e a Sociedade Imperial e Real Geológica de Viena. As ligações de Binckhorst com essas sociedades científicas são mencionadas na carta e no catálogo resumido da coleção (Museu Nacional, pasta 16, doc. 72, p. 1 e doc. 72-A, intitulado *Catalogue sommaire de la Collection paléontologique et géologique laissée par M. le Jonkheer J. T. van Binkhorst van den Binckhorst*, de 17/06/1877) e em Krutzler (1962, p. 172).

Dentre as sociedades a que pertenceu, foi nas sessões da Sociedade Geológica da França³ que Binckhorst apresentou pessoalmente ou através de outros membros notas e observações sobre a geologia e a paleontologia da região de Limburg, posteriormente publicadas em diversos periódicos europeus (Binkhorst van den Binkhorst, 1857, 1858a, 1859b, 1859c, 1860a, 1860b, 1861-1862, 1863a, 1863b, 1863c e 1864, 1868. Elaborou também monografias (Binkhorst van den Binkhorst, 1858b, 1859a e 1861) e (Binckhorst van den Binckhorst, 1871a e 1871b).

Seus trabalhos mais citados são duas monografias⁴ (Binckhorst van den Binckhorst, 1859; Binckhorst van den Binckhorst, 1861. A primeira se refere à geologia da área situada entre as cidades de Maastricht e Aachen, que Binckhorst e resultou de oito anos de trabalhos de campo na região e debates com “famosos geólogos daquele tempo” (Zijlstra, 1995, p. 11). Contém uma descrição detalhada das rochas ocorrentes e do seu conteúdo fossilífero. Na segunda monografia, o autor descreveu várias espécies novas de fósseis que faziam parte da coleção que organizou, posteriormente ofertada ao Museu Nacional após sua morte.

³ Em 21/11/1859, 14/04/1860, 14-23/09/1862, 15/06/1863, 01/09/1863, 04/09/1863 e 02/11/1863.

⁴ *Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg, et plus spécialement de la craie tuffeau, avec carte géologique, coupes, plan horizontal des carrières de St.-Pierre, etc. e Monographie des gastéropodes et des céphalopodes de la Craie supérieure du Limbourg: suite d'une description de quelques espèces de crustacés du même dépôt crétacé, avec dix-huit planches dessinées et lithographiées par C. Hobe, de Bonn.*

O reconhecimento do papel de Binckhorst no estudo da geologia e da paleontologia das camadas cretácicas da região de Maastricht veio, além das muitas menções e comentários sobre seus trabalhos após sua morte, como o de Krutzter (1962), também em forma de homenagens com a designação de gêneros e espécies com o seu nome, como a do crustáceo *Binckhorstia ubaghsii*, do gastrópode *Hippochrennes binckhorsti*, do amonita *Sphenodiscus binckhorsti*, da raia *Rhombodus binckhorsti*⁵ e do plesiossauro *Goniosaurus binckhorst*, descritos respectivamente por Noetling (1881), Cossmann (1907), Böhm (1898), Dames (1881) e Meyer (1860).

Binckhorst faleceu em 22 de dezembro de 1876 em sua casa de campo na vila de Gestel localizada próximo a Eindhoven, cidade situada na província de Brabante do Norte, no sul da Holanda, e foi enterado no cemitério de Maastricht. Em 28 de dezembro, o diário *Le Courrier de la Meuse*, Jornal de Limburg, publicou a seguinte nota:

Acabamos de saber, com consternação, da morte do Sr. Jhr. J. Th. Van Binckhorst van den Binckhorst, antigo oficial, condecorado com a Cruz de Metal, Cavaleiro da ordem do Cristo de Portugal, membro de várias sociedades científicas, falecido aos 66 anos em sua casa de campo de Gestel, perto de Eindhoven. Católico fervoroso e dedicado, o Sr. van Binckhorst prestou notáveis serviços à comunidade católica; era uma destas pessoas que saudamos com respeito quando as encontramos, e que lamentamos quando elas se vão. O Sr. van Binckhorst era um geólogo dos mais distintos; ele empregava suas horas de lazer para escrever obras sobre a geologia que são muito apreciadas; ele deixa, além disso, uma preciosa coleção de fósseis. A morte deste eminente cristão será profundamente sentida por todos aqueles que dele se aproximaram. Que descanse em paz! (Compilado de Krutzter, 1962, p. 175)

Sem dúvida, como bem colocou Krutzter (1962, p. 177), Binckhorst “foi um dos bons geólogos do século XIX e um paleontólogo de grande mérito”.

⁵ A espécie de raia foi assinalada mais recentemente em bacias sedimentares do Nordeste do Brasil através da presença de seus dentes (Moreira & Carvalho, 2007, p. 242).

3 A COLEÇÃO BINCKHORST

Binckhorst dedicou vinte e cinco anos de sua vida ao estudo dos fósseis e das camadas cretáceas da região de Limburg⁶ e à organização de sua coleção, considerada uma das coleções privadas que compõem o patrimônio paleontológico holandês (Prins, 2000, p. 80).

Este acervo chamou a atenção de vários geólogos e paleontólogos do século XIX que visitaram a coleção na casa de Binckhorst, como Charles Lyell (1797-1875), que a visitou por duas vezes, Roderick Impney Murchinson (1792-1871), Philippe Édouard Poullietier de Verneuil (1805-1873), Jean Baptiste Julien d’Omalius d’Halloy (1783-1875), Thomas Rupert Jones (1819-1911), Jean Albert Gaudry (1827-1908), Alcide Charles Victor Marie Dessalines d’Orbigny (1802-1857) e muitos outros (Museu Nacional, pasta 16, doc. 72A, p. 2, de 17/06/1877).

A coleção de acordo com o catálogo resumido preparado pelo filho de Binckhorst, seria composta por mais de 3.500 fósseis e 500 amostras de rochas e minerais (Museu Nacional, pasta 16, doc. 72A, 19 p., de 17/06/1877). De acordo com a listagem presente no catálogo, a coleção consistiria predominantemente de paleoinvertebrados paleozoicos (silurianos, devonianos e carboníferos), mesozoicos (jurássicos e cretáceos) e cenozoicos, sendo os de procedência cretácea e de idade maastrichtiana em maior número, por corresponder à principal área de estudo de Binckhorst, a região de Limburg, Holanda. Entre os grupos de paleoinvertebrados estavam relacionados exemplares de poríferos, corais, anelídeos, briozoários, braquiópodes, bivalvíos, gastrópodes, cefalópodes, crustáceos, equinóides, asteróides e crinóides. Os gastrópodes e cefalópodes foram particularmente estudados e descritos por Binckhorst em sua monografia de 1861, resultando na identificação de “110 espécies de gastrópodes pertencentes a 38 gêneros, com 98 espécies novas. Dos cefalópodes ele descreveu oito espécies novas para a ciência” (Kruytzer, 1962, p. 176), resultando assim à existência de vários holótipos na coleção. Além disso, uma frase de seu filho na carta que remeteu ao diretor do Museu Nacional reforça a relevância da coleção:

⁶ Designação em holandês para a província do mesmo nome situada no sul da Holanda tendo por capital a cidade de Maastricht).

O catálogo resumido que tenho a honra de lhe enviar com esta carta lhe permitirá formar uma ideia da riqueza e da amplitude de sua coleção, notável acima de tudo pelo grande número de espécies todas novas para a ciência e ainda não descritas e das quais meu pai tinha o prazer de fazer a descrição, quando a morte veio a levá-lo. (Museu Nacional, pasta 16, doc. 72, p. 3, de 17/06/1877)

Complementando o acervo, o catálogo resumido indicava também a presença de paleovertebrados na coleção, como restos de mosassauros, quelônios, dinossauros, mamíferos e o esqueleto completo de um ictiossauro, além de fósseis vegetais.

Numa página do antigo livro de tombo (*Eingangsbuch*) do Museu de História Natural de Berlim (*Museum für Naturkunde Berlin*), onde hoje se encontra a coleção de Binckhorst, está o primeiro registro de entrada da coleção no museu, compreendendo 2.325 números de coleção (Figura 1; Tabela 1). Cabe ressaltar que este antigo livro de tombo lista apenas parte das amostras relacionadas no catálogo resumido enviado pelo filho de Binckhorst ao Museu Nacional. O acervo “terciário” indicado no catálogo não é discriminado e catalogado em 193 números. Já o acervo de idade cretácea curiosamente segue, no livro de tombo, a mesma sequência do catálogo resumido, com exceção dos crustáceos que ficaram para o final da lista no livro de tombo. Da lista de “Terrenos cretáceos diversos” no catálogo resumido, apenas os calcários de Ciplly e de Folx les Caves, Bélgica, estão relacionados, ausentando centenas de amostras de diversas outras localidades da Bélgica, França, etc. Também não estão presentes no livro de tombo as amostras do Quaternário, do Jurássico (181 amostras), do Paleozoico (275 amostras), dois fósseis grandes de Württemberg e outras rochas e minerais (335 amostras). O que teria acontecido com o restante do material é incerto, mas aparentemente o Museu de Berlim ou não adquiriu a coleção completa ou, o que parece ser mais certo, não a catalogou por inteiro.

1878/1879		44
676-726	Fische von Belgien.	Coll. v. d. Binkhorst
727-869	Fische von Belgien	
870-893	Nach von Schreavurus	
894-911	Fische von Nach:kt	
912-937	Uplalopoden von Nachricht	
938-1044	Gachropoden von Nachricht	
1045- 1077	Sammlitbranchien von Nach:kt	
1323-1359	Krachropoden von Nachricht	
1360-1591	Kryopoden von Nachricht	
1592-1604	Amulien von Nachricht	
1605-1615	Er:iden von Nachricht	
1616-1620	Crinoide von Nach:kt	
1621-1626	Bekiden von Nachricht	
1627-1659	Corallen von Nachricht	
1658-1681	Spongien von Nachricht	
1682-1785	Foraminippen von Nachricht	
1786-1790	Dicohylotomen von Nachricht	
1791-1793	Monochylotomen von Nachricht	
1794	Cryptozamen von Nachricht	
1795-1835	Nides Kreide von Lumburg	
1836-1886	Grünsand von Lumburg	
1887-1990	Kreide von Egly	
1991-2059	Kreide von Tola des Lavar	
2060-3001	Crustaceen von Nachricht.	
3002-3061	Neubirungen aus dem Kalkenalk von Crawfordsville, Montgomery County.	

856.H
Fred. Braun & Co. Berlin

Fig. 1. Cópia da página do antigo livro de entrada (Eingangsbuch) do Museu de História Natural de Berlim (*Museum für Naturkunde Berlin*) referente aos anos de 1878 e 1879. Fonte: cópia cedida por Thomas Schossleitner e Daniela Schwarz.

Numeração	Procedências
676-726	“Terciário” da Bélgica
727-869	“Terciário” da Bélgica
870-893	Fósseis de <i>Mosasaurus</i>
894-911	Peixes de Maastricht
912-937	Cefalópodes de Maastricht
938-1044	Gastrópodes de Maastricht
1045-1322	Lamelibrânquios de Maastricht
1333-1359	Braquiópodes de Maastricht
1360-1591	Briozoários de Maastricht
1592-1604	Anelídeos de Maastricht
1605-1615	Equinóides de Maastricht
1616-1620	Crinóides de Maastricht
1621-1626	Asteróides de Maastricht
1627-1657	Corais de Maastricht
1658-1681	Espongiários de Maastricht
1682-1785	Foraminíferos de Maastricht
1786-1790	Dicotiledôneas de Maastricht
1791-1793	Monocotiledôneas de Maastricht
1794	Criptógamo de Maastricht
1795-1835	Calcário branco de Limburg
1836-1886	Areias verdes de Limburg
1887-1990	Calcário de Ciplly, Bélgica
1991-2059	Calcário de Folx les Caves, Bélgica
2060-3001	Crustáceos de Maastricht

Tabela 1. Relação da coleção Binckhorst no antigo livro de entrada (*Eingangsbuch*) nos anos de 1878 e 1879 no Museu de História Natural de Berlim. Traduzido da cópia do original cedida por Thomas Schossleitner e Daniela Schwarz, *Museum für Naturkunde Berlin*.

Atualmente, encontram-se catalogados no museu de Berlim, em uma tabela do programa Excel, 2.093 espécimens de fósseis da coleção Binckhorst coletados na sua quase totalidade nas camadas cretácicas de Maastricht na região do Limburg. Destes, 2.023 exemplares correspondem a gastrópodes, além de um cefalópode, quatro bivalvíos (rudistas), dois fósseis indeterminados, dois anelídeos (serpulídeos) e 56 corais,

assim como três mamíferos (Coelodonta, Plagiolophus e Palaeotherium) procedentes de Baden-Württemberg e um réptil. A lista em Excel, entretanto, está longe de ser completa, pois não inclui os demais fósseis cretáceos e de outras idades e terrenos, como outros fósseis tipos descritos mais recentemente por pesquisadores que revisaram a coleção Binckhorst, como os equinodermos ofiuroides descritos por Jagt & Neumann (2010). Para exemplificar, pode-se citar que no catálogo resumido constam 25 espécies descritas de cefalópodes, 277 espécies de lamelibrânquios e rudistas, 12 espécies de anelídeos, além de outros grupos taxonômicos não mencionados.

Na coleção de répteis do Museu de Berlim existem 27 registros atribuídos à coleção Binckhorst, incluindo 24 identificados como mosassauros (*Mosasaurus* sp., *M. hoffmanni* e *Plioplatecarpus marsbii*), um crocodiliforme (*Thoracosaurus* sp.) e dois hadrossaurídeos. Destes dois últimos fósseis de hadrossaurídeos, uma vértebra, cuja identificação escapou aos olhos de Binckhorst e de outros paleontólogos desde o século XIX, foi recentemente descrita por Buffetaut (2009, p. 3).

Nem todos os exemplares da coleção Binckhorst passaram incólumes através do tempo desde sua aquisição pelo Museu em Berlim. Segundo Mulder *et al.* (2000, p. 162), o material de plesiossauros da coleção, por exemplo, encontra-se perdido, provavelmente destruído na Segunda Guerra Mundial. Segundo Neumann *et al.* (2018, p. 39), durante a guerra, a maior parte do material foi levado para Rüdersdorf nas proximidades de Berlim e, apesar dos grandes danos sofridos pelo prédio do Museu, apenas uma pequena parte da coleção de fósseis que lá permaneceu foi destruída. Pode ter sido o caso dos plesiossauros e outros fósseis da coleção Binckhorst.

A coleção Binckhorst era, portanto, formada por um rico acervo paleontológico – “soberba”, como teria dito Charles Lyell a Binckhorst em uma de suas visitas à coleção (Museu Nacional, pasta 16, doc. 72, p. 3, de 17/06/1877) – e que enriqueceria sobremaneira o acervo de qualquer instituição científica, como o Museu Nacional do Rio de Janeiro.

4 A OFERTA E O DESTINO DA COLEÇÃO

Com a morte de Binckhorst e sem interesse na manutenção da coleção, seu filho Leopold Franz Willem Ernst van Binckhorst van den

Binckhorst (1842-1904), juiz no Tribunal Internacional de Justiça em Alexandria, fez contato com instituições ofertando coleção de fósseis do pai. Aconselhado por um professor da Universidade de Liège, G. Dewalque, amigo de seu pai, enviou em 17 de junho de 1877 uma carta ao Diretor do Museu Nacional indagando sobre seu possível interesse em adquirir a coleção para a instituição. Anexo à carta, encontrava-se então o catálogo resumido com o teor da coleção (Museu Nacional, pasta 16, doc. 72 [carta], pp. 1 e 4 e doc. 72-A [catálogo resumido] de 17/06/1877, Figuras 2 e 3, segundo Fernandez *et al.*, 2018, p. 45). Devido à falta de maiores informações do remetente na carta e no catálogo resumido enviados ao Museu Nacional, consideraram o nome do filho de Binckhorst como homônimo ao do pai, equívoco corrigido no presente artigo.

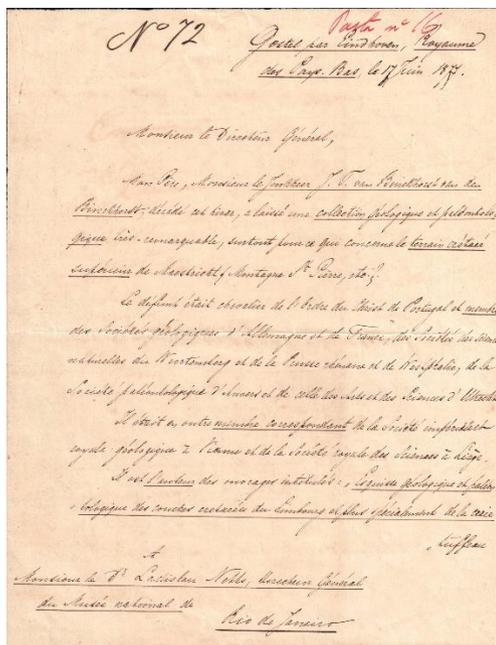


Figura 2. Cópia da primeira página da carta enviada por Leopold Franz Willem Ernst van Binckhorst van den Binckhorst ao Diretor do Museu Nacional (doc. 72, pasta 16, de 17/06/1877). Fonte: Seção de Memória e Arquivo do Museu Nacional.

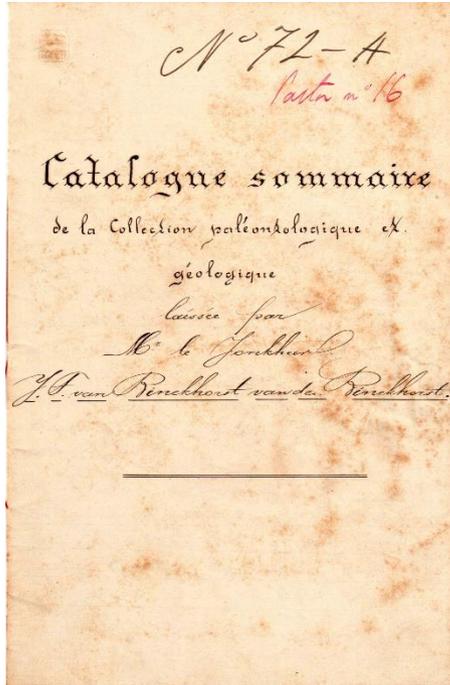


Figura 3. Cópia da capa do catálogo resumido da coleção Binckhorst enviado por Leopold Franz Willem Ernst van Binckhorst van den Binckhorst ao Diretor do Museu Nacional (doc. 72-A, pasta 16, de 17/06/1877). Fonte: Seção de Memória e Arquivo do Museu Nacional.

Na ocasião, a Direção do Museu Nacional era ocupada por Ladislau de Sousa Mello e Netto (1838-1894) que, após receber a carta e tomar ciência da importância de seu conteúdo, levou o assunto ao conhecimento do Conselho Diretor do Museu em primeiro de agosto seguinte, assim registrada na ata da 20ª Sessão do referido Conselho: “Foram lidos os ofícios seguintes: / [...] Do Sr. Binckhorst van der Binckhorst, de 17 do mesmo mês [junho], propondo ao Museu a aquisição de uma coleção geológica e paleontológica deixada por seu pai” (Livro de Registro de Atas do Conselho Administrativo do Museu Nacional, Livro 3, 1876-1885, D193, fl. 24).

Não existem anotações a respeito dos argumentos e discussão entre os membros do Conselho sobre a oferta do filho de Binckhorst na ata,

o que nos leva a supor que a matéria ficou em suspenso, não havendo mais referência também ao assunto nas atas das sessões seguintes.

A discussão sobre a aquisição ou não da coleção Binckhorst voltou a ser abordada quando, três meses depois, em novembro, o diretor da Diretoria de Comércio da Secretaria de Estado de Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, José Agostinho Moreira Guimarães (1824-1905), primeiro e único barão de Guimarães, encaminhou ofício⁷ ao diretor do Museu Nacional solicitando esclarecimentos a respeito da oferta do Sr. Binckhorst:

De ordem de Sua Excelência o Sr. Conselheiro Ministro da Agricultura, Comércio e Obras Públicas transmito a V. S^a para informar [...] o ofício de 7 de outubro último em que a Legação Brasileira em Haia, solicita esclarecimentos acerca do oferecimento feito por S.S. H. L. van Binckhorst van den Binckhorst de uma coleção para a Repartição do Museu Nacional. / Deus Guarde a V. S^a. / À S.S. Sr. Dr. Diretor do Museu Nacional. / O Diretor / José Agostinho Moreira Guimarães. (Museu Nacional, pasta 16, doc. 136, de 07/11/1877)

A solicitação e interesse da Legação Brasileira em Haia podia estar ligada ao possível relacionamento desta ou de um de seus componentes com o filho de Binckhorst, Leopold F. W. E. van Binckhorst van den Binckhorst, que como juiz era membro do Tribunal Internacional de Justiça. O ofício da Diretoria do Comércio, entretanto, não foi bem recebido por Ladislau Netto que, em seguida, lhe enviou um ofício com a seguinte resposta:

Ilmo. e Ex^{mo}. Sr. Em resposta ao ofício de V. S^a com data de 7 do próximo passado mês cabe-me declarar-lhe que nenhum expediente tomei com efeito em relação ao oferecimento do Sr. van Binckhorst van den Binckhorst pela eficientíssima razão de não ter sido autorizada a distribuição da verba do Museu para o atual exercício, conforme pedi em meu ofício de 24 de julho do corrente ano; cumprindo-me acrescentar que da demora dessa autorização vão resultando graves inconvenientes não só presentes, mas também futuros para a boa marcha e crédito das relações do Museu com os nacionais e estrangeiros. Rogo pois a V. Ex^a. se digne de fazer chegar ao conhecimento de S. Ex^a. o Conselheiro

⁷ Ofício Nº 23. / 2ª Secção: Diretoria do Comércio. / Rio de Janeiro, Secretaria d'Estado dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, em 7 de novembro de 1877.

Ministro da Agricultura, Comércio e Obras Públicas a necessidade desta autorização. Deus Guarde a V. Ex^a. Il^{mo}. e Ex^{mo}. Sr. Conselheiro José Agostinho Moreira Guimarães, Diretor da Diretoria do Comércio do Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas. / O Diretor Geral Ladislau Netto. (Livro de Entrada e Saída de Ofícios, RA7 D7, 1875-1881, fls. 70v-71, Ofício de 12/12/1877)

O motivo da indignação de Ladislau Netto com a cobrança de resposta quanto à aquisição ou não da coleção estava na realidade relacionado a uma condição histórica comum à manutenção de repartições públicas, tanto no passado como no presente: a falta de recursos orçamentários.

Em 2 de julho de 1877, o Conselho Diretor aprovou em sua 19^a sessão e encaminhou ao Ministro da Agricultura o orçamento previsto para o exercício de 1877/1878 do Museu Nacional, de cujo valor total de sessenta contos de réis (60:000,000), 4:500,000 seriam destinados para despesas diversas e eventuais, como a aquisição de coleções (Ata da 19^a Sessão do Conselho Diretor em 02/07/1877, Livro de Registro de Atas do Conselho Administrativo do Museu Nacional, Livro 3, 1876-1885, D193, fls. 21v-23v). Até dezembro, entretanto, os recursos ainda não tinham sido liberados pelo referido ministério, impedindo então Ladislau Netto de tomar qualquer providência para a aquisição da coleção.

O Museu Nacional deixava, assim, de adquirir uma importante coleção paleontológica para o seu acervo, a qual poderia posteriormente subsidiar estudos comparativos com os fósseis das bacias sedimentares cretácicas do Nordeste do Brasil. Como exemplo, pode-se citar o registro de uma raia fóssil estudada por Moreira & Carvalho (2007, p. 242) comum às bacias do Brasil e Holanda, citada anteriormente.

Não se tem conhecimento de que Ladislau Netto tenha enviado alguma resposta diretamente a Leopold van Binckhorst van den Binckhorst e, no ano seguinte, a coleção Binckhorst era comprada pelo *Kaiserliches Mineralogisches Museum der Universität von Berlin*⁸ (Buffetaut, 2009, p. 2; Geijn, 1941, p. 169; Jagt & Neumann, 2010, p. 152; Krutzer, 1962, p. 177; Prins, 2000, p. 80). Em 2009, o museu foi separado da Universidade Humboldt, sendo transferido para o Leibniz Ge-

⁸ Atualmente o *Museum für Naturkunde Berlin* da *Humbolt-Universität*.

meinschaft (Neumann *et al.*, 2018, p. 39), onde até hoje permanece contendo a coleção Binckhorst, preservada junto a outras coleções de seu acervo.

5 CONCLUSÃO

A falta de recursos adequados fez com que o Museu Nacional tivesse, desde sua fundação, grandes dificuldades para a compra de novas coleções que viessem enriquecer seu acervo; desse modo, poucos foram os casos de aquisições ocorridas no século XIX. Aparentemente, os únicos fósseis adquiridos por compra, segundo informação documentada, foram dois exemplares do ictiossauro *Ichthyosaurus communis* procedente de Somerset, Inglaterra, adquiridos em meados do século (*vide* Brito, 1846, p. 10; Fernandes *et al.*, 2007, p. 195; Fernandes *et al.*, 2008, pp. 99-100; Fernandes *et al.*, 2010, p. 104; Lopes, 1997).

Com a abstenção da compra da coleção Binckhorst, o Museu perdeu uma excelente oportunidade de contar com uma importante coleção de fósseis em seu acervo, a qual estaria disponível para diversos estudos paleontológicos futuros, incluindo a comparação com os materiais de idade cretácea das bacias sedimentares do Nordeste brasileiro.

Na noite de 2 de setembro de 2018, um incêndio devastador atingiu as dependências do prédio principal do Museu Nacional, instalado no Palácio Imperial, sua sede desde 1892 quando foi transferido de suas instalações originais em edifício situado junto a atual Praça da República no Rio de Janeiro. O incêndio afetou tanto as áreas administrativas como as dependências científicas, incluindo os gabinetes de trabalho e as coleções geológicas do Departamento de Geologia e Paleontologia, destruindo a maior parte de seu acervo. Coleções históricas, como as da Comissão Geológica do Império, incorporadas ao acervo do Museu em 1878, foram duramente atingidas, com a destruição da maior parte de seus exemplares. Durante o segundo semestre de 2018 e os primeiros meses de 2019, trabalhos de resgate e tentativas de recuperação do acervo atingido pelo incêndio ainda estavam em andamento, não se podendo estimar com exatidão o percentual de exemplares perdidos nas coleções geológicas e paleontológicas e o número de amostras recuperadas.

Desse modo, atualmente, pode-se constatar que a não aquisição da coleção Binckhorst pode tê-la poupada do incêndio que atingiu o Museu Nacional, cujas causas, ainda desconhecidas, encontram-se em investigação. Cabe, entretanto, ressaltar que o fato de ter sido incorporada ao acervo do Museu de História Natural de Berlim, a coleção estivesse livre de possíveis danos, já que durante a Segunda Guerra Mundial bombas teriam atingido o museu e destruído alguns exemplares de plesiossauros, como assinalado anteriormente. Mas, na sua maior parte, com base nos documentos que foram enviados aos autores e na bibliografia consultada, acreditamos que tenha permanecido intacta.

Sem dúvida, o Museu Nacional sofreu uma grande perda científica e cultural ao não adquirir a coleção Binckhorst, mas teve a sorte de não ter sido o responsável, através do incêndio que sofreu, pela sua parcial ou total destruição.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Proc. 303004/2016-9) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, Proc. E-26/200.110/2019, Apoio Emergencial ao Museu Nacional) pelo auxílio financeiro à pesquisa dos autores. À Seção de Memória e Arquivo (SEMEAR) do Museu Nacional, pela atenção e disponibilização dos documentos analisados. A Jean-Pierre Ybert e Rita Scheel-Ybert, pelo auxílio na tradução dos textos em francês. À Daniela Schwarz e Thomas Schossleitner, do *Museum für Naturkunde Berlin*, pelas informações a respeito do acervo da coleção Binckhorst. A Michel Armand Koopmans, pela tradução do texto original de Frank Hovens em holandês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BINKHORST VAN DEN BINKHORST, Johannes Theodorus van. Neue Krebse aus der Maestrichter Tuffkreide. Nebst Tafel VI und VII. Verhandlungen des Naturhistorischen Vereines der preuss. Rheinland und Westphalens, **14** (3): 107-110, 1857.
- . Notice géologique sur le Terrain Crétacé des environs de Jauche et de Ciplly, avec une coupe générale des couches crétacées

- du duché de Limbourg. *Mémoires de la Société des Sciences de Liège*, **13**: 327-347, 1858a.
- . *Carte géologique des couches crétacées du Limbourg en dessous des assises quaternaires et tertiaires. Echelle 1:100.000.* Maastricht, 1858b.
- . *Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg, et plus spécialement de la craie tuffeau, avec carte géologique, coupes, plan horizontal des carrières de St.-Pierre, etc. Première Partie.* Maastricht: Van Osch-America et Cie/Bruxelles: C. Musquardt/Paris: Schulz & Thuillier, 1859a.
- . Uebersicht der Kreideschichten des Herzogthums Limburg. *Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss für Rheinland und Westphalen*, **16** (3-4). [Correspondenzblatt no. 2, Bericht über die 16, General-Versammlung zu Bonn (14. Juni), p. 45]. 1859b.
- . Geologische und paläontologische Skizze der Kreideschichten des Herzogthums Limburg. *Verhandlungen des naturhistorischen Vereins für Rheinland und Westphalen*, **16**: 397-425, 1859c.
- . Sur la craie de Maastricht et sur les fossiles de cette localité. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **17**: 61-66, 1860a.
- . Sur les couches crétacées du Limbourg. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **17**: 459-562, 1860b.
- . *Monographie des gastéropodes et des céphalopodes de la Craie supérieure du Limbourg: suivie d'une description de quelques espèces de crustacés du même dépôt crétacé, avec dix-huit planches dessinées et lithographiées par C. Hobe, de Bonn.* Maastricht: Müller Frères/Bruxelles: C. Musquardt, 1861.
- . Observations sur la concordance qui existe entre certaines assises de la base des Pyrénées et celles de la Montagne de St. Pierre de Maestricht. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **19**: 1158-1159, 1861-1862.
- . Sur la découverte d'un grand nombre de gastéropodes dans la craie de Maestricht. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **20**: 603-605, 1863 a.
- . Sem título. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **20**: 793, 1863b.
- . Note de M. Binckhorst van den Binckhorst. Coupe du Steunsberg à Fauquemont comprenant le terrain crétacé avec quelques explications. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **21**: 16-19, 1864.

- BINCKHORST VAN DEN BINCKHORST, Johannes Theodorus van. Ueber zwei ausserordentliche Sitzungen der franzoisischen geologischen Gesellschaft. Hierzu Tabel VI, Fig. 1. *Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss für Rheinland und Westphalens*, **25**: 317-324, 1968.
- . De l'avenir de la France. *Le Courrier de la Meuse, Journal du Limbourg*, Maestricht, No. 135, 11 e 12 de junho de 1871, 1871a.
- . M. Thiers et l'Empire. *Le Courrier de la Meuse, Journal du Limbourg*, Maestricht, No. 141-150, 18-29 de junho de 1871, 1871b.
- BÖHM, J. Ueber Ammonites pedernalis v. Buch. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, **50**: 183-201, 1898.
- BRITO, Joaquim Marcellino de. *Relatório da Repartição dos Negócios do Império apresentado à Assembleia Geral Legislativa na 3ª Sessão da 6ª Legislatura, pelo respectivo Ministro e Secretário d'Estado Joaquim Marcellino de Brito*. Rio de Janeiro: Typographia Nacional, 1846.
- BUFFETAUT, Eric. An additional hadrosaurid specimen (Dinosauria: Ornithischia) from the marine Maastrichtian deposits of the Maastricht área. *Carnets de Géologie/Notebooks on Geology*, Letter 2009/03, 2009.
- COSSMANN, [Alexandre Édouard] Maurice. Rectifications de Nomenclature. *Revue Critique de Paléozoologie*, **11** (3): 201, 1907.
- DAMES, W. Über Fischzähne aus der obersenenen Tuffkreide von Maastricht für welcher den Gattungsnamen Rhombodus vorschlug. *Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin*, p. 1-3, 1881.
- FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; FORTI, Andrea Siqueira D'Alessandri; HENRIQUES, Deise Dias Rego. Trajetória das coleções geológicas incorporadas ao Museu Nacional/UFRJ (Rio de Janeiro, Brasil) no século XIX. Pp. 101-106, in: BRANDÃO, J. M.; CALLAPEZ, P. M.; MATEUS, O.; CASTRO, P. (eds). *Coleções e Museus de Geologia: missão e gestão*. Coimbra: Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra e Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência, 2010.
- FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; HENRIQUES, Deise Dias Rego; FORTI, Andrea Siqueira D'Alessandri. Os ictiossauros de Somerset: a primeira compra de material paleontológico para o Museu Nacional em meados do século XIX. *IV Jornada Fluminense de*

- Paleontologia*, Rio de Janeiro, set. 2009. Pp. 99-100, *in: Resumos ...*, Rio de Janeiro: SBP/Núcleo RJ/ES, *Paleonotícias, Boletim Especial*, 2008.
- FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; SCHEFFLER, Sandro Marcelo; SCHEEL-YBERT, Rita. A expressiva coleção Binckhorst e a irreparável perda para o Museu Nacional como consequência de sua não aquisição. *IV Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados*, Rio de Janeiro, set. 2018. P. 45, *in: Boletim de Resumos*, Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Paleontologia, *Paleontologia em Destaque*, Edição Especial, Outubro, 2018.
- GEIJN, Wilh^a. A. E. van de. Twee honderd jaren Maastrichtsche Krijt. *Geologie en Mijnbouw*, **3** (5): 166-171, 1941.
- HOVENS, Frank. Het fiasco van Johannes Theodorus Binkhorst van den Binkhorst als burgemeester van Meerssen (1843-1846). Pp. 317-318, *in: HOVENS, F., In der armen van Maas, Geul en Watervald-erbeek. De loop van de geschiedenis in de gemeente Meerssen*. Meerssem: 5NUL8 Grafische Producties, 2017.
- JAGT, John W. M.; NEUMANN, Christian. Late Cretaceous ophiuroids in the Binkhorst Collection at the Museum für Naturkunde, Berlin, reassessed. *Scripta Geologica Special Issue*, **7**: 151-159, 2010.
- KRUITZER, E. M. J. T. Binkhorst van den Binkhorst. Burgemeester en geoloog 1810-1876. *Natuurhistorisch Maandblad*, **51** (11-12): 166-178, 1962.
- LOPES, Maria Margaret. *O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX*. São Paulo: Hucitec, 1997.
- MEYER, Hermann von, 1860. Saurier aus der Tuff-Kreide von Maestricht und Folx-les-Caves. *Palaeontographica*, **7**: 241-244.
- MOREIRA, Paloma Tâmega da Silva Abreu; CARVALHO, Marise Sardenberg Salgado de. Registro Fossilífero das Raias (Chondrichthes-Batomorphi) em Bacias Sedimentares Brasileiras. *Anuário do Instituto de Geociências*, UFRJ, **30** (1): 242, 2007.
- MULDER, W. A.; BARDET, Nathalie; GODEFROIT, Pascal; JAGT, John W. M. Elasmosaur remains from the Maastrichtian type area, and a review of latest Cretaceous elasmosaurs (Reptilia, Plesiosauroidea). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **70**: 161-178, 2000.

- NETTO, Ladislau. *Investigações históricas e científicas sobre o Museu Imperial e Nacional do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Instituto Philomatico, 1870.
- NEUMANN, Christian; SCHULTKA, Stephan; WITZMANN, Florian. Berlin: The Palaeontological Collections of the Museum für Naturkunde Berlin. Pp. 39-56, in: BECK, L. A.; JOGER, U., *Paleontological Collections of Germany, Austria and Switzerland*. Cham, Springer, 2018.
- NOETLING, F. Ueber einige Brachyuren aus dem Senon von Maestricht und dem Tertiär Nord-deutschlands. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, **33**: 357-371, 1881.
- PRINS, Cor F. Winkler. Das paläontologische Erbe in den Niederlanden/The Netherlands' palaeontological heritage. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, **52**: 75-82, 2000.
- ZIJLSTRA, Hans Johannes P. The geology of South Limburg in 1859. Pp. 11-22, in: ZIJLSTRA, H. J. P. *The Sedimentology of Chalk*. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1995. (Lecture Notes in Earth Sciences, 54)

Data de submissão: 19/02/2019

Aprovado para publicação: 15/04/2019

Data de publicação: 30/06/2019

Bathybic ostracods: Old, diverse, and plenty of memories on past oceans

Cristianini Trescastro Bergue *

Abstract: Research on deep-sea ostracods – hereafter referred to as bathybic – and its contribution to the understanding of past oceans is the theme of this paper. Its development is an outcome of the strategic expansion of oceanography by European nations during the 19th century and subsequent improvements in deep-sea sampling technology, during the 20th century. The bathybic ostracodology has revealed unusual ecological and taxonomic patterns over the last 140 years. Since its full-establishment by the end of the 1960s, the field has followed three main paths: (i) the faunal approach; (ii) the geochemical approach, and (iii) the morphometric approach. Advancements in the knowledge on recent and fossil assemblages expanded the use of bathybic ostracods as hydrological markers, enhancing their application in the study of changes in the oceans through time. In spite of limitations imposed by the inadequate taxonomy of some genera, the astounding diversity, and the long evolutionary history of ostracods make them critical organisms for the understanding of deep oceans. This paper reviews some crucial studies on bathybic assemblages, since the pioneering work by George Stewardson Brady, with an emphasis on their contribution to the development of ostracodology and oceanography.

Key-words: Deep-sea research; Paleooceanography; Ostracoda; paleontology

Ostracodes batílicos: antigos, diversos e repletos de memórias sobre os oceanos pretéritos

Resumo: A pesquisa sobre ostracodes de águas profundas – doravante referidos como batílicos – e sua contribuição ao estudo dos oceanos pretéritos é

* Departamento Interdisciplinar, Centro de Estudos Costeiros Limnológicos e Marinhos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Tramandaí, 976, CEP 95625-000, Imbé, RS, Brazil. E-mail: ctbergue@gmail.com

o tema deste trabalho. Seu desenvolvimento resulta do fomento estratégico da oceanografia conduzido por nações europeias durante o século 19, e ao subsequente aperfeiçoamento de tecnologias de coleta em águas profundas ao longo do século 20. A ostracodologia batfílica revelou, em seus quase 140 anos de existência, padrões ecológicos e taxonômicos peculiares. Desde seu pleno estabelecimento ao final da década de 1960, seguiu três rumos principais: (i) a abordagem faunística; (ii) a abordagem geoquímica, e (iii) a abordagem morfométrica. Avanços no conhecimento sobre ostracodes batfílicos fósseis e viventes propiciaram a expansão de seu uso como marcadores hidrológicos, reforçando sua aplicação paleoceanográfica. Apesar das limitações impostas pelo ainda frágil conhecimento taxonômico sobre alguns gêneros, a notável diversidade e longa história evolutiva tornam os ostracodes elementos-chave à compreensão dos oceanos profundos e suas mudanças ao longo do tempo. Alguns trabalhos relevantes sobre assembleias batfílicas desde o pioneiro estudo de George Stewardson Brady são aqui discutidos, com ênfase em sua contribuição ao desenvolvimento da ostracodologia e da oceanografia.

Palavras-chave: águas profundas; paleoceanografia; Ostracoda; paleontologia

1 INTRODUCTION

The appeal of ostracods is inversely proportional to their size. It is simply amazing how much information these tiny crustaceans hold in their sometimes smooth, sometimes intricately carved carapaces. No matter the habitat or age, they help us to understand changes in our planet in the last ~ 485 Ma¹. Ostracods have long caught the attention of naturalists for the study of past climates or rock dating (Bergue, 2010). This paper, however, focuses on a branch of this broad research field known as ostracodology: the study of ostracods from the deeper oceanic regions.

Some valuable papers have already been written describing advancements on the knowledge of bathybiic ostracods between the late 19th and 20th centuries (e.g., Benson, 1988; Whatley, 1996; Cronin *et al.*, 2002). So, the purpose of this new contribution is twofold: firstly, to discuss how these bivalved Lilliputian organisms improved our comprehension on past oceans, providing complementary data to the papers above mentioned; secondly, to contextualize the origin and development of this research area. Naturally, this article does not

¹ Ma = millions of years. The Ordovician Period (which began ~ 485 Ma) holds the oldest records of Ostracoda known so far.

intend to discuss details of each work on bathybiic ostracods published up to now; instead, this paper comments in more detail on innovative or outstanding studies, which in many cases have become lodestars for subsequent research.

Since the late 18th century, ostracods have been studied either by paleontologists or zoologists whose works are ruled by distinct conceptual principles. Paleontologists study assemblages, which in some cases assemble fossils of different ages and provenances; zoologists, on the other hand, work on living populations (faunas) that are usually autochthonous. As a result of evolution in response to ecological and biogeographic constraints, ostracods from shallow regions became somewhat different taxonomically from those of deeper ones to such a degree that separation also emerged between the scientists studying them.

2 THE HISTORY OF A CONCEPT

Bathybiic ostracods occur at least since the Devonian Period (419-358 Ma) when a distinctive deep-water Thuringian Mega-assemblage appeared that could be distinguished morphologically from the shallower Eifelian Mega-assemblage (Crasquin & Horne, 2018). This characterization of shallow thermospheric (warm water) and deeper psychrospheric (cold water) faunas became subdued during the Jurassic and Cretaceous (201-66 Ma). However, since the inception of modern thermal stratification in the Eocene (56-33 Ma), some taxa became more abundant and diverse in deepwaters, continuing through evolution toward a Neogene mega-assemblage. Benson (1972) argues that Cenozoic bathybiic ostracods originated probably from older stocks of species living in shallow waters which adapted through evolution to deeper environments.

In the literature, “deep-sea” is the most common designation for ostracod species living either in bathyal or abyssal domains (or both, in some cases). They are also referred to as psychrospheric; however, the use of this term as a synonym of deep-sea may not always be appropriate, because psychrospheric environments, i.e., dominated by cold waters (<10°C), are also present in shallow regions of high latitudes. Bathybiic ostracods do not possess a specific set of particular morphological traits, notwithstanding the presence of some

adaptations in limbs and physiology likely facilitate living in a dark, cold and low-productivity realm (Danielopol *et al.*, 1996).

Research on bathybic ostracods is strongly associated with the name of Richard Hall Benson (1929-2003) (Fig. 1) whose work traces the construction of several concepts not only in this area but in ostracodology as a whole, including the adoption of the term “deep-sea” to designate marine bathybic ostracods. Benson (1969) used the word “abyssal” in his first publication on the subject, to refer to both abyssal and bathyal species. A few years later he used the hyphenated term “deep-sea” for this group (Benson, 1971; Benson & Sylvester-Bradley, 1971), and in the following year adopted the term “psychrospheric” in a monumental taxonomic work where the genus *Poseidonamicus* was proposed (Benson, 1972). It is noteworthy that in the latter work, the adjective “deep-sea” is used to refer to environments and sample provenance, but not to the species that occur there. This hyphenated adjective was not used much in the following decade or so. Guernet (1982) used the term “abyssal” to refer to deep-water fossil ostracodes from the Bahamas, and Cronin (1983) choose the term “bathyal” in his study in the southeast coast of the United States. From the 1990s onwards, however, the adjective “deep-sea” became widespread among ostracodologists, occasionally substituted by the non-hyphenated form “deep water” (Whatley & Coles, 1991).

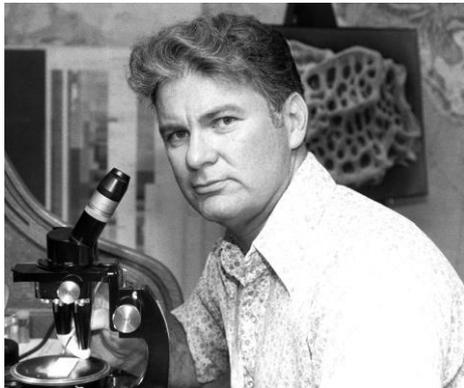


Fig. 1. Richard Hall Benson (1929-2003) at his laboratory in Smithsonian Institute (1980). Photo by Chip Clark. Courtesy of Carlita Sanford.

Although some of the terms previously discussed convey the same meaning, i.e., designate ostracods that live in deep oceanic waters, they also bring some confusion. The designation as “abyssal” is inadequate because not the entire deep-sea environment is abyssal. The word “psychrospheric” has more relation to water temperature than to bathymetry and therefore does not seem to be correct. The adjective “deep-water” seems not to be the most suitable for the case in point because deep waters also occur in non-marine environments (e.g., the lakes Tanganyika and Baikal, both deeper than 1000 m).

The above discussion shows that standardized terminology would bring benefits to scientific communication. Therefore, the adoption of the classic, though rarely used term “bathybic” is herein recommended to designate marine ostracod species living in deep waters. The word “bathybic” was widely employed by naturalists in the late 19th and early 20th centuries to designate organisms that lived at or near the bottom in deep oceanic waters. Its use includes the following benefits to ostracodology: (i) it is specifically restricted to deep water marine species; (ii) the ecological terms bathyal and abyssal can be reserved to their respective bathymetric intervals; (iii) the Greek root of the word facilitates its use and improves communication; and (iv) it provides a shorter form for both Germanic and Romance languages speakers.

3 CHALLENGING PARADIGMS: FROM THE AZOIC TO A “POLYTHEISTIC” REALM

Historically, oceanography developed mostly in nations steeped in nautical tradition due to either commercial or military reasons. Before the advent of jet fighters and intercontinental ballistic missiles, the navy ensured the power of a nation. The sea was the pathway to reach new lands and their resources: the further one might sail, the higher one’s capacity of exploring economically oceanic and transoceanic regions.

Hence, triumph over mysterious and unpredictable oceans demanded the acquisition of reliable knowledge, which along the years would shape a discipline called oceanography. But, exactly where and when did oceanography start? It can be hard to pinpoint the beginning of human intellectual achievements (principles, ideas, or theories) since they are usually products of cooperative and cumulative efforts. A favorable choice to hammer a golden spike to mark the ground zero of

oceanography would be on October 21st, 1805. The victory of the British Navy over the French-Spanish coalition fleet in the Battle of Trafalgar promoted Great Britain as the dominant power of the world's seas, sustaining and reinforcing its economic and geopolitical influences. The outcome of this event would influence several sectors of activities, including science, establishing a close relationship between marine studies and naval affairs. As knowledge of the oceans became a *sine qua non* condition to maintain an efficient navy (both in military and commercial aspects), investments in exploratory expeditions became strategic during the 19th century. Consequently, it is possible to assume that oceanography benefited from military development, analogous to space exploration in the 20th century.

Although deep-oceans nowadays increasingly attract the attention of scientists, the perception in the early 19th century was somewhat different. The zoologist Edward Forbes (1815-1854), for instance, considered it a sterile environment (“azoic zone”), where animal life would be limited to 300 fathoms (540 m water depth). Strange as it might sound nowadays, this reasoning prevailed among naturalists for some time. However, by the late 1860s the short-range oceanographic expeditions of Charles Wyville Thomson (1830-1882), professor of Natural History at the Edinburgh University, demonstrated the existence of animal life in the deep sea and refuted Forbes' concept. These findings positively impressed the Royal Society and the British Navy to the degree that they allowed Thompson to use the adapted gunboat H.M.S. Challenger for the first around-the-world oceanographic expedition, from 1872 to 1876 (Bailey Jr., 1975).

4 THE VOYAGE TO THE BOTTOM OF THE SEA

Modern seas are usually represented in our minds by bluish and wavy waters full of swimming animals. However, one of their most fascinating parts lies unseen beneath the seas: oceanic sediments. Oceanic sediments constitute historic archives that allow scientists to understand the oceans of the past. Access to that history literally demands a journey to the bottom of the sea, sometimes very deeply. Whereas the field of biological oceanography deals with organisms living both in the water column (planktonic and nektonic) and on the seafloor (benthonic) to understand the modern oceans, the field of

paleoceanography uses the accumulations of organisms in sediments on the seafloor to understand the oceans of the past. Difficulties in studying the deep sea stimulated improvements in sampling technology, which ultimately modified our perception of oceanic processes completely. Bathybic ostracod research commenced in the late 19th century with the H.M.S. Challenger expedition in the 1860s, when the British naturalist George Stewardson Brady (1832-1921) (Fig. 2) described 52 ostracod species in samples from several regions at depths beyond 500 fathoms (900 m water depth) (Brady, 1880). Years of subsequent research has revealed that the deep sea, instead of being an azoic realm, houses a virtual palace of Ryugu, where Poseidon, Neptune, and Yemanja inhabit². And why not Mars?

Unfortunately, after this start, little research was done on bathybic ostracods for several decades. British paleontologist (settled in Australia) Frederick Chapman (1864-1943) (Fig. 3) examined 60 samples collected between 912 and 4887 m water depth near Funafuti Island (Pacific Ocean) by an expedition of the H.M.S. Penguin in 1896. The study revealed several species, most of the genera *Bairdia*, *Bythocypris*, *Xestoleberis*, *Krithe*, and *Argilloecia* (Chapman, 1910). About two decades later, the research vessel H.M.S. Willebrord Snellius surveyed waters around Dutch colonies in the Indian and Pacific oceans between 61 and 4483 m water depth (van Riel, 1930). The ostracod results appeared with some delay, but demonstrated the occurrence of 14 species, among them the new taxa *Bairdia ceramensis*, *Krithe droogeri*, and *Bythocythere kueneni* (Keij, 1953).

In spite of the lack of bathybic ostracod studies during the first decades of the 20th century, the peculiarity of their assemblages attracted the attention of scientists. Considering that deep-sea samples were scarce at that time, the old saying, “One man’s meat is another man’s poison” fits perfectly for this phase of the ostracod research. Due to methodological similarity, the residue of samples initially prepared for the study of a fossil group can be used in the study of others, i.e., samples prepared for foraminifers can, in some cases, be used by ostracodologists.

² These marine deities inspired the etymology of some typical bathybic ostracod genera, i.e., *Ryugucivis* Yasuhara *et al.*, 2015; *Poseidonamicus* Benson, 1972; *Philoneptunus* Whatley *et al.*, 2002; and *Yemanja* Brandão, 2010.



Fig. 2. George Stewardson Brady (1832-1921). Courtesy of the Natural History Society of Northumberland, Great North Museum: Hancock.



Fig. 3. Frederick Chapman (1864-1943). Courtesy of Bruce W. Hayward.

A case in point of beneficial sample reuse is the work by Willis Lattaner Tressler (1903-1973) (Fig. 4), a biologist at the University of Buffalo, who studied material collected in 1936 by the *Western Union Co* cable ship *Lord Kelvin* between Europe and North America. The voyage was undertaken for repairs to the North Atlantic telegraph cable and additionally provided an opportunity for testing a new deep-sea coring apparatus designed by the geologist Charles Snowden Piggot (1892-1973). Eleven cores obtained between 1280 and 4820 m water depth supplied 184 samples for foraminiferal study; subsequent examination for ostracods resulted in recognition of 27 species (Tressler, 1941). Tressler's work, therefore, represents a turning point in bathybic ostracodology. The sampling methodology and distribution of samples resulted in pioneering ideas about abundance, diversity, and the geographic and bathymetric distribution of species in the Atlantic Ocean. In another work, Tressler (1954) added critical preliminary data on ostracod bathymetric distribution in the Gulf of Mexico from the shelf down to 3630 m water depth.

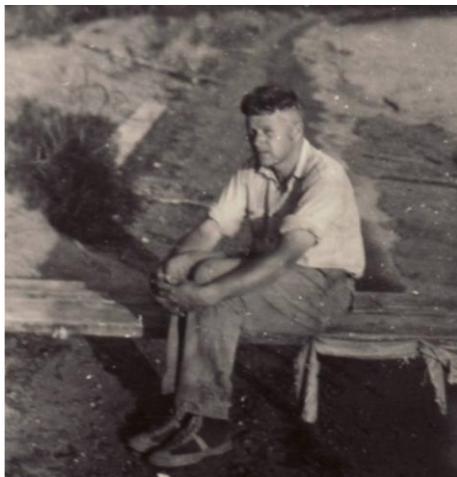


Fig. 4. Willis Lattaner Tressler (1903-1973). Courtesy: Limnology Library, Center for Limnology, University of Wisconsin-Madison.

5 TURNING TO THE PAST

Perhaps the most important developments in 20th-century oceanography were advancements in coring technology. Circulation, sedimentary processes, and oceanic crust dynamics are examples of processes whose comprehension was strongly influenced by high-quality cores. The birth of paleoceanography is as subjective as the origin of oceanography itself, but it surely lies somewhere near to the first recognition of the relationship between the occurrence/abundance of a taxon and prevailing hydrological conditions.

Foraminifers rose as the most reliable proxy for past oceanic conditions and became, somewhat, a staple of paleoceanographic studies. Their potential as indicators of temperature and salinity is rivaled only by a few fossil groups, and the high abundance, preservation potential, and fast evolution allowed robust biostratigraphic/climatic zoning. But why, among the myriad of fossils preserved in marine rocks, are only foraminifers and, to a lesser degree, calcareous nannofossils (coccolithophorids) of such importance to paleoceanography? Part of the answer lies in an extrinsic attribute of

foraminifers: the taxonomy. Ostracods lag behind foraminifers due to weaker taxonomy. So, considering that it is virtually impossible to infer ages or propose paleoecological models without solid taxonomic knowledge, foraminifers have a clear advantage over ostracods in paleoceanographic studies. This disparity has its reasons. Foraminifers are much more diverse compared to ostracods; the number of specialists in foraminifers is higher, and some biological traits of ostracods, such as ontogenetic instars, sexual dimorphism, and ecophenotypic variability make the species identification more complex. The increase in the number of specialists and resulting taxonomic improvement, however, began gradually to change this situation. Though ostracods were an underutilized group early in the history of paleoceanographic research, they have significantly increased in importance to paleoceanography in the second half of the 20th century.

Although Piggot's coring system represented a significant improvement compared to the first deep-sea cores obtained by the Challenger expedition, a real revolutionary technique resulted from the piston corer, created by the oceanographer Börje Kullenberg (1906-1991) (Fig. 5). In the oceanographic expedition of the Albatross (1947-1948)³, the piston coring allowed unprecedented retrieval of cores up to 60 feet long (Cowen, 1960). However, paleoceanography would substantially change during the 1960s with the establishment of multi-institutional oceanographic programs aiming precisely at the coring of deep regions. From 1966-83 the Deep Sea Drilling Project (DSDP) supplied samples and field data which promoted immense development in oceanography. This program would continue from 1983-03 under the name Ocean Drilling Program (ODP), and from 2003-13 as IODP, the Integrated Ocean Drilling Program. Since 2013 it has been named the International Ocean Discovery Program (Passow *et al.*, 2013).

³ This is also the name of an U.S. oceanographic ship, which worked from 1883 to 1919.



Fig. 5. Börje Kullenberg (1906-1991). Courtesy of Gunnar Kulleberg.

Although the advent of the DSDP spurred the growth of the study of fossil bathybiic ostracods, the actual beginning of this research dates some years earlier. The Eocene–Oligocene “open sea facies” described by Willem Aaldert van den Bold (1921-2000) (Fig. 6) in Trinidad included *Kritbe* (e.g., *K. trinidadensis*, *K. morkehoveni*, *K. dolichodeira*), *Bairdia*, *Bythocypris*, *Bythoceratina*, among other typical Cenozoic bathybiic taxa (van den Bold, 1960). He presented some insights on this in his Ph.D. thesis on ostracods from the Caribbean (van den Bold, 1946) where he comments that the assemblages studied corresponded to different facies (= environments). Comparing the occurrence of ostracods with other fossils, he concluded that those assemblages were deposited under different paleoenvironmental conditions, although he did not use the term deep-sea (van den Bold, 1946). Hence, W. A. van den Bold should be considered the forerunner of the fossil bathybiic ostracod research because he was the first paleontologist to publish taxonomic studies on them.

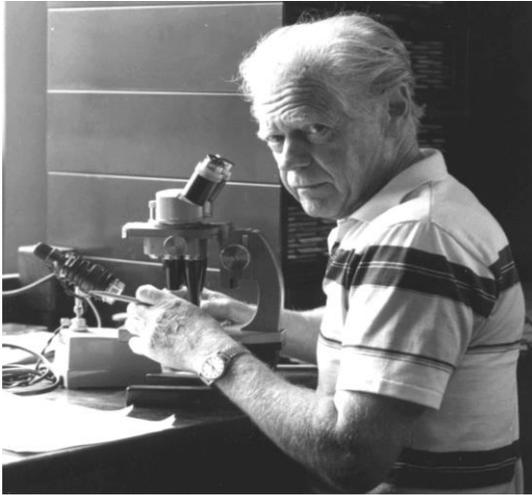


Fig. 6. Willem Aaldert van den Bold (1921-2000). Courtesy of Peter McLaughlin and Thomas W. Dignes.

The new perspectives revealed by the DSDP and the previous results by G.S. Brady and W.L. Tressler, inspired, as previously mentioned, R.H. Benson to publish a state of the art treatment of bathybiotic ostracodology, which laid out the upcoming challenges of this research (Benson, 1969). However, 15 years later Benson *et al.* (1984) published a comprehensive synthesis of the relation between climatic events and Cenozoic assemblages, discussing for the first time the relationship between assemblages composition and oceanographic events. Although some of the ostracod global events proposed in that work were not recorded in subsequent studies (e.g., Majoran & Dingle, 2001), it revealed bathybiotic ostracods to be reliable oceanographic markers, sealing an alliance with foraminifers and calcareous nannofossils in paleoceanography.

6 BRUSHES, NEEDLES, AND SPECTROMETERS IN ACTION

From 1969 onwards, bathybiotic ostracodology, now established as a substantial research field, followed three main paths: (i) the faunal approach (focused on taxonomy and zoogeography); (ii) the

geochemical approach (focused mainly on trace-element analysis), and (iii) the morphometric approach (focused on the environmental influence on morphology). During 1970s bathybiotic ostracodology aimed at the origin, dispersal and evolutionary response of some taxa to climatic events, mostly in the Mediterranean Sea (e.g., Benson & Silvester-Bradley, 1971) and the Atlantic Ocean (e.g., Benson, 1983). R.H. Benson's contribution to the faunal approach also included the description of the genera *Atlanticythere*, *Abyssocythere* and, perhaps the most famous one, *Poseidonamicus* ("Poseidon's friend"), all widespread in bathyal and abyssal depths (Benson, 1971; Benson, 1972; Benson, 1977). During the same period, Jean-Pierre Peypouquet was also an influential contributor to this research for investigations on the species response to sea-level and OMZ (oxygen minimum zone) changes (e.g., Peypouquet, 1977, 1979). Two outstanding zoologists also made a valuable taxonomic contribution: Evgeny Ivanovich Schornikov (1940-2016) (Fig. 7) and Rosalie Maddocks, revealed more about bathybiotic ostracod biodiversity, making some of their papers essential references on the subject.



Fig. 7. Evgeny Ivanovich Schornikov (1940-2016) in Berlin during the European Ostracodologists Meeting (2007). Photo by Ekaterina Tesakova.

During the 1980s, other essential studies appeared, among them a classic work of Thomas Mark Cronin, which supplied crucial insights on the post-mortem transport and bathymetric distribution of North Atlantic taxa, influencing many subsequent studies (Cronin, 1983). A few years later Robin Charles Whatley (1936-2016) (Fig. 8) and Graham Coles publish a milestone paper on North Atlantic bathybiotic ostracods, proposing 22 new species and a genus (*Rimacytheropteron*) in Late Miocene–Quaternary sections of several DSDP sites (Whatley & Coles, 1987). At the end of the decade, those authors would publish a complementary study covering the older Cenozoic strata (i.e., the Paleocene–Miocene) completing their coverage on fossil North Atlantic bathybiotic ostracods of the Cenozoic (Coles & Whatley, 1989).

Any historical review on bathybiotic ostracod studies of the 1980s that does not mention Maddocks & Steineck (1987) would be incomplete, because of the critical faunal insight yielded by a novel experimental design. Their study analyzed the colonization of wood parcels placed in deep regions of the North Atlantic and the Caribbean by a submersible. The experiment revealed a very distinctive fauna composed mostly by Bythocytheridae, Cytheruridae, Paradoxostomatidae, Pontocyprididae, and Paracyprididae. Among its essential results are the description of four species of *Xylocythere*, a new genus therein proposed, whose etymology makes clear allusion to wood. No other study developed so far can be compared to that, and it is arguably the most important ecological study published on bathybiotic ostracods. The large volume of work presented at the 9th Ostracoda International Symposium held in Shizuoka, Japan, in 1985, provides the measure of the development of this area of research during the previous years of that decade, resulting in the largest compilation of ostracod papers ever published (91 articles) (Hanai *et al.*, 1988). It was also the first meeting with a section exclusively for bathybiotic work, including the review by Whatley & Ayress (1988) of their general characteristics and dispersal from two main centers of origin: the Indo-Pacific and the Caribbean.

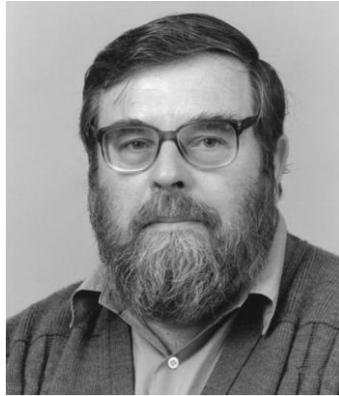


Fig. 8. Robin Charles Whatley (1936-2016). Courtesy of Caroline Maybury.

While the studies in the 1970s and 1980s were aimed mostly at unraveling diversity and evolution trends, reinforcing the role of climate as a modulator, the focus of research along the 1990s turned to the influence of the hydrologic structure on the occurrence and dispersal of taxa. No other author is more promptly linked to this theme than Richard Vernon Dingle. Dingle & Lord (1990) and Dingle *et al.* (1990) proposed the existence of ostracod assemblages associated with different deep-water masses of the Atlantic Ocean. The sensitivity of species to hydrological parameters and their influence on ostracod bathymetric and latitudinal distribution is also extensively discussed in those papers. The 1990s also represents the period of expansion of bathybiotic ostracod research towards the Southwest Pacific and Australia (e.g. Whatley *et al.*, 1992; Ayress *et al.*, 1995; Ayress *et al.*, 1997 and Ayress *et al.*, 1999). Among those studies, however, Ayress *et al.* (1996) deserve additional remarks since it registers the occurrence of unusual morphologic features whose significance has never been thoroughly understood. The latter is a typical example of how limited is our knowledge on some paleobiologic aspects of bathybiotic biotas. An innovation arising in the 1990s was the spread of geochemical analyses as temperature tracers. Using paleotemperature concepts previously applied to freshwater species, Gary Dwyer and collaborators adjusted the analytical techniques for species of the marine genus *Krithe* (Dwyer *et al.*, 1995). The results would ultimately reveal the close relationship

between oceanic productivity, temperature, and deep-sea benthonic diversity (Cronin *et al.*, 1999).

Turning towards the 21st century, the study of both fossil and recent bathybiotic assemblages expanded not only along the Atlantic but also to other oceanic basins, bringing new data and reinforcing previous discoveries. However, the most innovative approach during the first and second decades of the 21st century is the study of climatically induced morphological variations. Insights on the influence of water temperatures and dissolved oxygen levels in carapace morphology and size had been discussed previously by authors such as R. Maddocks, R.H. Benson, and J.-P. Peypouquet. However, two critical works that more deeply explore this complex subject were published in 2007 (Hunt, 2007; Aiello *et al.*, 2007) dealing with distinct ostracod genera. While the first of them (Hunt, 2007) investigated evolutionary trends based on selected morphological structures in *Poseidonamicus*, the second (Aiello *et al.*, 2007) applied different morphometric analyses on *Krithe* from the Mediterranean region, aiming at more precise species identification.

The pandemism of bathybiotic taxa is, perhaps, one of the most discussed subjects in ostracodology. Since earlier studies, pandemism has been presented as a rule for bathybiotic species, possibly inspired by patterns observed in other meiofaunal groups (Giere, 2009). Some studies, however, maintain that pandemic patterns resulted from misidentifications of ring species (“ring species” are a series of similar species that can interbreed with nearby related populations in the series, but not necessarily with the more distant ones). Swanson & Ayress (1999) provided a seminal work on this theme, developed in more detail in the first decade of the 21st century. The pandemism is essentially a taxonomic matter, intimately linked to the troublesome concept of species, which holds some divergences among paleontologists and neontologists. Ostracodology, however, has some good examples demonstrating that a taxonomy common to both fossil and living species is far to reach a consensus.

7 CONCLUSION

The research on bathybiotic ostracods successfully merges traditional and innovative approaches in taxonomy, geochemistry, and

morphometry. It provides complementary data for a comprehensive understanding of both past and modern deep-sea ecosystems, and crustacean evolution as well (e.g., Cronin *et al.*, 2010; Cronin *et al.*, 2014; Yasuhara *et al.*, 2017; Yasuhara *et al.*, 2018). These approaches demonstrate the dynamism of this research and its continuing importance to the understanding of oceanic environments.

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my gratitude to Bruce W. Hayward (Geomarine Research, New Zealand), Carlita Sanford (USNM, USA), Caroline Maybury, Ekaterina Tesakova (Lomonosov Moscow State University, Russia), Gunnar Kulleberg and Thomas W. Dignes (Micropaleontology Press, USA) for the photos which illustrate this paper. I also thank Dan Danielopol, Peter McLaughlin (University of Delaware, USA), and João Carlos Coimbra (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) for the criticism and text revision which improved this manuscript.

REFERENCES

- AIELLO, Giuseppe; BARATTOLO, Filippo; BARRA, Diana; FIORITO, Graziano; MAZZARELLA, Adriano; RAI, Pasquale; VIOLA, Raffaele. Fractal analysis of ostracod shell variability: A comparison with geometric and classic morphometrics. *Acta Geologica Polonica*, **52** (3): 563-573, 2007.
- AYRESS, Michael; WHATLEY, Robin Charles; DOWNING, Sian E.; MILLSON, Karin J. Cainozoic and Recent deep sea Cytherid Ostracoda from the south western Pacific and eastern Indian oceans, part I: Cytherurinae. *Records of the Australian Museum*, **47**: 203-223, 1995.
- AYRESS, Michael; CORRÉGE, Thierre; PASSLOW, Vicki.; WHATLEY, Robin Charles. New bythocytherid and cytheridostracode species from the deep-sea, Australia, with enigmatic dorsal expansion. *Geobios*, **29** (1): 73-90, 1996.
- AYRESS, Michael; NEIL, Helen; PASSLOW, Vicki.; SWANSON, Kerry Michael. Benthonic ostracods and deep water-masses: a qualitative comparison of Southwest Pacific, Southern and Atlantic Oceans. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **131**: 287-302, 1997.

- AYRESS, Michael; BARROWS, Timothy.; PASSLOW, Vicki.; WHATLEY, Robin Charles. Neogene to Recent species of *Krithe* (Crustacea: Ostracoda) from the Tasman Sea and off Southern Australia with description of five new species. *Records of the Australian Museum*, **51**: 1-22, 1999.
- BAILEY Jr., Herbert. El viaje del Challenger. Pp. 21-25 in: *Oceanografía: Selecciones de Scientific American*. Madrid: H. Blume, 1975.
- BENSON, Richard Hall. Preliminary report on the study of abyssal ostracods. Pp. 475-478, in: NEALE, John (ed.). *The taxonomy, morphology and ecology of recent Ostracoda*. Edinburg: Oliver & Boyd, 1969.
- . A new Cenozoic deep-sea genus, *Abyssocythere* (Crustacea: Ostracoda: Trachyleberididae), with descriptions of five new species. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, **7**: 1-25, 1971.
- . The *Bradleya* problem, with descriptions of two new psychrospheric ostracode genera, *Agrenocythere* and *Poseidonamicus* (Ostracoda: Crustacea). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, **12**: 1-138, 1972.
- . The Cenozoic ostracode faunas of the São Paulo Plateau and the Rio Grande Rise (DSDP Leg 39, Sites 356 and 357. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **39**: 869-883, 1977.
- . Biomechanical stability and sudden change in the evolution of the deep-sea ostracode *Poseidonamicus*. *Paleobiology*, **9** (4): 398-413, 1983.
- . Ostracods and paleoceanography. Pp. 1-26, in: DE DECKKER, Patrick; COLIN, Jean-Paul; PEYPOUQUET, Jean-Pierre. (eds.) *Ostracoda in the Earth Sciences*. Amsterdam: Elsevier, 1988.
- BENSON, Richard Hall; SYLVESTER-BRADLEY, Peter. Deep-sea ostracodes and the transformation of ocean to sea in the Tethys. *Bulletin Centre Recherche Pau – SNPA*, **5**: 63-91, 1971.
- BENSON, Richard Hall; CHAPMAN, Ralph; DECK, Linda. Paleoenvironmental events and deep-sea ostracodes. *Science*, **224**: 1334-1346, 1984.
- BERGUE, Cristianini Trescastro. Agulhas e pincéis: as relações entre a paleontologia e a neontologia no estudo dos ostracodes (Ostracoda: Crustacea). *Terrae Didactica*, **6** (1): 9-24, 2010.

- BRADY, George Stewardson. Report on the Ostracoda dredged by H.M.S. Challenger, during the years 1873–1876. Pp. 1-184 in: Thompson, C. D. (ed.). *Report on the Scientific Results of the Exploring Voyage of H.M.S. Challenger, during the Years 1873-76 under the Command of Captain George S. Nares and Captain Frank Turle Thomson*. Zoology, Volume 1 (Part 3). London: Her Majesty's Stationery Office, 1880.
- BRANDÃO, Simone Nunes. Macrocyprididae (Ostracoda) from the Southern Ocean: taxonomic revision, macroecological patterns, and biogeographical implications. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **159**: 567-672, 2010.
- CHAPMAN, Frederick. On the Foraminifera and Ostracoda from soundings (chiefly deep-water) collected round Funafuti by Penguin. *Journal of the Linnean Society Zoology*, **30**: 388-444, 1910.
- COLES, Graham; WHATLEY, Robin Charles. New Palaeocene to Miocene genera and species of Ostracoda from DSDP sites in the North Atlantic. *Revista Española de Micropaleontología*, **21**: 81-124, 1989.
- COWEN, Robert. *Frontiers of the sea*. The story of oceanographic exploration. New York: Doubleday & Company, 1960.
- CRASQUIN, Sylvie; HORNE, David. Palaeopsychrosphere in Devonian. *Letbaia*, 2018. DOI 10.1111/let.12277.
- CRONIN, Thomas Mark. Bathyal ostracodes from the Florida-Hatteras slope, the straits of Florida and the Blake Plateau. *Marine Micropaleontology*, **8**: 89-119, 1983.
- CRONIN, Thomas Mark; DE MARTINO, Dawn; DWYER, Gary; RODRIGUEZ-LAZARO, Julio. Deep-sea ostracode species diversity: response to late Quaternary climate change. *Marine Micropaleontology*, **37**: 231-249, 1999.
- CRONIN, Thomas Mark; BOOMER, Ian; DWYER, Gary; RODRIGUEZ-LAZARO, Julio. Ostracoda and Paleooceanography. Pp. 99-119 in: HOLMES, Jonathan A.; CHIVAS, Allan R. (eds.). *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. Washington: American Geophysical Union, 2002.
- CRONIN, Thomas Mark; GEMERY, Laura; BRIGGS Jr., William; JAKOBSON, Martin; POLYAK, Leonid.; BROWERS, Elisabeth.

- Quaternary sea-ice history in the Arctic Ocean based on a new ostracode sea-ice proxy. *Quaternary Science Reviews*, **29**: 3415-3429, 2010.
- CRONIN, Thomas Mark; DENINNO, Lauren; POLYAK, Leonid; CAVERLY, Emma; POORE, Richard; BRENNER, Alec; RODRIGUEZ-LAZARO, Julio; MARZEN, Rachel. Quaternary ostracode and foraminiferal biostratigraphy and paleoceanography in the western Arctic Ocean. *Marine Micropaleontology*, **111**: 118-133, 2014.
- DANIELOPOL, Dan; BALTANAS, Angel; BONADUCE, Gioachino. The darkness syndrome in subsurface-shallow and deep-sea dwelling Ostracoda (Crustacea). *Biosystematics and Ecology Series*, **11**: 123-143, 1996.
- DINGLE, Richard Vernon; LORD, Alan. Benthic ostracods and deep water-masses in the Atlantic Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **80**: 213-223, 1990.
- DINGLE, Richard Vernon; LORD, Alan; BOOMER, Ian. Deep-water Quaternary Ostracoda from the continental margin off south-western Africa (SE Atlantic Ocean). *Annals of the South African Museum*, **99**: 245-366, 1990.
- DWYER, Gary; CRONIN, Thomas Mark; BAKER, Paul; RAYMO, Maureen; BUZAS, Jeffrey; CORRÈGE, Thierry. North Atlantic deep-water temperature change during Late Pleistocene and Quaternary climatic cycles. *Science*, **270**: 1347-1351, 1995.
- GIERE, Olav. *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic environments*. Hamburg: Springer, 2009.
- GUERNET, Claude. Contribution a l'étude des faunes abyssales: les ostracodes paleogènes du basins des Bahamas, Atlantique Nord (DSDP LEG 44). *Revue de Micropaleontologie*, **25** (1): 40-56, 1982.
- HANAI, Tetsuro; IKEYA, Noriyuki; ISHIZAKI, Kunihiro. *Evolutionary Biology of Ostracoda, its fundamentals and applications*. Amsterdam: Elsevier, 1988.
- HUNT, Gene. Evolutionary divergence in directions of high phenotypic variance in the ostracode genus *Poseidonamicus*. *Evolution*, **61**: 1560-1576, 2007.
- KEIJ, Adriaan Jan. Preliminary note on the recent Ostracoda of the Snellius Expedition. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Series B*, **56**: 155-168, 1953.

- MADDOCKS, Rosalie; STEINECK, Paul Lewis. Ostracoda from experimental wood-island habitats in the deep sea. *Micropaleontology*, **33** (4): 318-355, 1987.
- MAJORAN, Stefan; DINGLE, Richard Vernon. Palaeoceanographical changes recorded by Cenozoic deep-sea ostracod assemblages from the South Atlantic and the Southern Ocean (ODP Sites 1087 and 1088). *Lethaia*, **34**: 63-83, 2001.
- PASSOW, Michael; PEREIRA, Hélder; PEART, Leslie. A brief history of scientific ocean programs / Breve história dos programas científicos. *Terrae Didactica*, **9** (2): 65-73, 2013.
- PEYPOUQUET, Jean-Pierre. *Les ostracodes et La connaissance des paleomilieus profonds: Application au Cenozoïque de l'Atlantique nord-oriental*. Bordeaux, 1977. Thèse (Doctorat en Sciences) – Université de Bordeaux I.
- . Ostracodes et paléoenvironnements. Methodology et application aux domaines profonds du Cenozoïque. *Bulletin Bureau Recherche Geologie et Mineralogie*, **4** (1): 3-79, 1979.
- SWANSON, Kerry Michael; AYRESS, Michael. *Cytheropteron testudo* and related species from the SW Pacific with analyses of their soft anatomies, relationships and distribution (Crustacea, Ostracoda, Cytheruridae). *Senckenbergiana biologica*, **79** (2): 151-193, 1999.
- TRESSLER, Willis Lattaner. Geology and biology of North Atlantic deep-sea cores between Newfoundland and Ireland, Part 4. Ostracoda. U.S. *Geological Survey Professional Paper*, **196-C**: 95-106, 1941.
- . Marine Ostracoda. In: Gulf of Mexico: Its origin, waters, and marine life. *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*, **55** (89): 429-437, 1954.
- van den BOLD, Willem Aaldert. *Contribution to the study of Ostracoda with special reference to the tertiary and Cretaceous microfauna of the Caribbean region*. Utrecht, 1946. Thesis (Ph.D) – Rijksuniversiteit te Utrecht / University of Utrecht.
- . Eocene and Oligocene Ostracoda of Trinidad. *Micropaleontology*, **6** (2): 145-196, 1960.
- van RIEL, Petrus Martinus. The Snellius Expedition. *Nature*, **125** (3159): 761-762, 1930.

- WHATLEY, Robin Charles. The bonds unloosed: The contribution of Ostracoda to our understanding of deep sea events and processes. Pp. 3-25, *in*: MOGUILLEVSKY, Alicia; WHATLEY, Robin Charles (eds.). *Microfossils and Oceanic Environment*. Aberystwyth: University of Wales Press, 1996.
- WHATLEY, Robin C.; AYRESS, Michael. Pandemic and endemic distribution patterns in Quaternary deep-sea Ostracoda. Pp. 739-755 *in*: HANAI, Tetsuro; IKEYA Noriyuki; ISHIZAKI, Kunihiro. *Evolutionary Biology of Ostracoda*. Amsterdam: Elsevier, 1988.
- WHATLEY, Robin Charles; COLES, Graham. The Late Miocene to Quaternary Ostracoda of Leg 94, Deep Sea Drilling Project. *Revista Española de Micropaleontología*, **19** (1): 33-97, 1987.
- . Global change and the biostratigraphy of North Atlantic Cainozoic deep water Ostracoda. *Journal of Micropalaeontology*, **9** (2): 119-132, 1991.
- WHATLEY, Robin Charles; MILLSON, Karin; AYRESS, Michael. *Philoneptunus*, a new ostracod genus from the Cainozoic of Australia. *Revista Española de Micropaleontología*, **24** (3): 43-62, 1992.
- YASUHARA, Moriaki; HUNT, Gene; OKAHASHI, Hisayo; BRANDÃO, Simone Nunes. Taxonomy of deep-sea trachyleberidid, thaerocytherid and hemicytherid genera (Ostracoda). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, **96**: 1-216, 2015.
- YASUHARA, Moriaki; TITTERSON, Derek; HILLEBRANDT, Helmut; WORM, Boris. Combining marine macroecology and palaeoecology in understanding biodiversity: Microfossils as a model. *Biological Reviews*, **92**: 199-215, 2017.
- YASUHARA, Moriaki; SZTYBOR, Kamyla; RASMUSSEN, Tine; OKAHASHI, Hisayo; SATO, Runa & TANAKA, Hayato. Cold-seep ostracods from the western Svalbard margin: direct palaeo-indicator for methane seepage? *Journal of Micropalaeontology*, **37**: 139-148, 2018.

Data de submissão: 18/02/2019

Aprovado para publicação: 16/05/2019

Data de publicação: 30/06/2019

Ciência e epistemologia em sala de aula: Uma perspectiva histórica para a teoria de Lamarck

Matheus Luciano Duarte Cardoso *

Thaís Cyrino de Mello Forato #

Maria Luiza Ledesma Rodrigues +

Resumo: Investigamos aspectos para a inserção da história das ciências na escola básica durante o desenvolvimento de uma proposta didática que visa o aprendizado de conceitos relacionados à evolução biológica, segundo a concepção de Lamarck. Tal abordagem busca ir além dos conteúdos científicos, envolvendo também discussões explícitas sobre aspectos epistêmicos, não epistêmicos e históricos da ciência, promovendo uma concepção da Biologia como parte de um contexto sociocultural. A metodologia envolveu estudos em historiografia da história das ciências, análise de fontes históricas originais e de referenciais teóricos do ensino de ciências. Considerando a complexidade dos processos de ensino e aprendizagem, foram elaboradas sugestões para um plano de aulas, adotando o pluralismo metodológico de estratégias de ensino em sala de aula e buscando desenvolver habilidades e competências, atitudes e valores definidos. Espera-se que os conhecimentos produzidos – a descrição do processo envolvido durante a investigação, assim como seu produto didático – possam ser utilizados e transpostos a outros episódios históricos, conteúdos das ciências e contextos educacionais.

Palavras-chave: Ensino de ciências; história da ciência; Lamarck; evolução biológica

* Prefeitura Municipal de São Paulo. Rua Arnaldo de Oliveira Barreto, 213, ap. 41, Presidente Altino, CEP 06213-080, Osasco, SP. E-mail: matheuscardoso.edu@gmail.com

Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de São Paulo, Unidade José Alencar. Rua São Nicolau, nº 210, Centro. CEP: 09913-030, Diadema, SP. E-mail: thais.unifesp@gmail.com

+ Núcleo de Educação a Distância, Universidade Federal de São Paulo. Rua Dom Luis Lasanha, 400, Ipiranga. CEP 04266-030, São Paulo, SP. E-mail: luiza.le-desma@unesp.br

Science and epistemology in the classroom: A historical perspective for Lamarck's theory

Abstract: We investigated the insertion of the history of science in secondary school during the development of a didactic proposal that aims at the learning of concepts related to Biological Evolution according to Lamarck's conception. Such an approach seeks to transcend scientific content, involving explicit discussions on epistemic, non-epistemic, and historical aspects of science to promote a conception of biology as part of a sociocultural context. The methodology involved studies in the historiography of the history of sciences, analysis of original historical sources and science teaching references. Suggestions for a lesson plan considered the complexity of teaching and learning processes, adopting a methodological pluralism of teaching strategies in the classroom and seeking to develop skills, competencies, attitudes, and values. The expectation is that the produced knowledge – the description of the process involved during the investigation, as well as its didactic product – can be used and transposed to other historical episodes, science contents and educational contexts.

Key-words: Science teaching; history of science; Lamarck; biological evolution

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas sobre o ensino de evolução biológica indicam que as concepções alternativas sobre os seus conceitos são frequentes em estudantes no ensino médio (Almeida & Falcão, 2005; Tidon & Vieira, 2009; Duarte *et al.*, 2014). Entre os principais fatores destacam-se o caráter abstrato e complexo do conteúdo e as dificuldades que muitos professores de Biologia enfrentam em abordar as questões de natureza filosófica e religiosa que surgem no contexto escolar, devido a tais aspectos não terem sido abordados em sua formação (Amorim & Leyser, 2009; Corrêa *et al.*, 2010).

Em geral, o tema é sugerido como um “tópico” a ser abordado no último bimestre do último ano do ensino médio, e não como eixo norteador e articulador das Ciências Biológicas, como é defendido em documento curricular do Ministério da Educação (Brasil, 2006). Além disso, sua abordagem geralmente é precedida por uma discussão histórica que se refere às teorias de Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829) e Charles Robert Darwin (1809-1882).

Contudo, esses autores são, em geral, apresentados por estereótipos de personagens científicas. As suas teorias são contrapostas entre si por aspectos sobre os quais, na verdade, confluíam; atribui-se apenas a Lamarck a aceitação do uso e desuso como uma das causas da variabilidade das espécies e a lei da herança de caracteres adquiridos, aspectos que integravam, também, a teoria de Darwin (Castañeda, 1992, pp. 286-315). Equívocos históricos como esses colaboram para o surgimento de concepções distorcidas sobre os processos de construção do pensamento científico na formação dos estudantes (Allchin, 2004; Almeida & Falcão, 2005; Martins & Brito, 2006).

É recorrente a presença das ideias de Lamarck nos currículos oficiais e em livros didáticos de Biologia. Entretanto, sua teoria tem sido apresentada de forma inadequada em grande parte dos manuais de ensino (Martins, R., 2006; Martins, L., 2007; Almeida & Falcão, 2010; Mottola, 2011).

Lamarck não utilizou o termo “evolução”, pois em seu período esse termo referia-se à origem e desenvolvimento de um indivíduo, desde a fecundação até a fase adulta, processo que na biologia atual é chamado de “ontogênese”. Lamarck nem sequer apresentou uma denominação única para a sua teoria, mas referiu-se a ela com termos e expressões variadas, como “progressão”, “aperfeiçoamento”, “mutação”, “progresso da composição”, entre outros. Lilian Martins ressalta que, do ponto de vista diacrônico da história da ciência, o uso desses termos seria mais adequado. A historiadora da biologia optou por chamar a teoria de Lamarck como “teoria da progressão dos animais”, devido à frequência com que o termo “progressão” aparece na sua obra (Martins, L., 1993, 2007).

Lamarck é descrito, muitas vezes, como um teórico especulativo, autor de uma teoria simplista, constituída apenas por duas leis (uso e desuso e herança de caracteres adquiridos)¹. Da sua obra costuma-se mencionar tão somente o exemplo do pescoço das girafas, cujo

¹ Desconsidera-se assim a sua grande obra de história natural, a *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (publicada em 7 volumes na primeira edição, de 1815 a 1822, e em 11 volumes na segunda edição, de 1835 a 1845). No primeiro volume de 1835, Lamarck nomeia e descreve as quatro leis relativas à organização que regem todos os fatos operados pelas forças da vida (Martins, L., 1993, 2007).

tamanho seria decorrente do esforço constante para alcançar folhas tenras no topo das árvores². Outra vez, o destaque a um exemplo que foi pouco discutido pelo autor, configura uma análise anacrônica, que fomenta uma visão simplista da ciência (Allchin, 2004). De maneira geral, não se leva em conta a importância da obra de Lamarck no contexto histórico em que estava inserida (Ferreira & Amorim, 2013).

Propomos uma abordagem contextualizada desse episódio histórico visando oferecer subsídios para a compreensão de conceitos biológicos e para a discussão de aspectos epistêmicos e não epistêmicos da ciência. Buscamos contribuir para a alfabetização científica, tornar as aulas mais interessantes, desafiadoras, e, ainda, instigar o pensamento crítico do estudante sobre o trabalho científico (El-Hani, 2006; Prestes & Caldeira, 2009).

Contudo, há barreiras para que práticas desse tipo se tornem realidade no cotidiano escolar, como a falta de materiais didáticos adequados e de orientações metodológicas que auxiliem o professor a introduzir a História da Ciência (HC) no ensino (Matthews, 1992; Gil Pérez *et al.*, 2001).

Visando analisar o uso da HC na Escola Básica, foi realizada uma pesquisa norteada pela questão: “Como desenvolver uma abordagem didática sobre a teoria de Lamarck, contextualizando-a historicamente em termos epistêmicos e não epistêmicos, de modo a contribuir para o ensino da teoria evolutiva no Ensino Médio?”. Este artigo enfoca, assim, as ideias de Lamarck, visando contextualizar as questões que se apresentavam à época e trazendo significado aos conteúdos abordados, para compor um conjunto de aulas dedicado à teoria da evolução. Propõe-se que a teoria de Darwin seja apresentada a seguir, sucedida pela teoria sintética da evolução, como aceita atualmente.

Após uma síntese do episódio histórico³, apresentamos a metodologia que fundamentou sua delimitação e referenciais sobre relações didáticas entre professor, alunos e a construção de saberes escolares, como suporte para se pensar a HC na escola básica.

² O exemplo da girafa foi acompanhado de diversos outros e Lamarck não lhe deu o destaque que vem recebendo (Martins, L., 1993, 2007; Almeida & Falcão 2010).

³ Sendo este um trabalho voltado à utilização no ensino, o texto aqui proposto sobre Lamarck foi escrito com base em fontes secundárias disponíveis em português.

2. A TRANSFORMAÇÃO DOS ANIMAIS NO FINAL DO SÉCULO XVIII E INÍCIO DO SÉCULO XIX

Até meados do século XVIII, predominava na Europa uma visão fixista dos seres vivos, segundo a qual, há poucos milênios, Deus teria criado as espécies tal como elas viviam no tempo presente. A diversidade era reconhecida na natureza como uma prova da sabedoria e benevolência do Criador. Classificar os seres vivos significava encontrar o plano de Deus para essas criações (Castañeda, 1997).

Havia também uma visão teleológica defendendo uma perfeição sempre crescente no mundo, pelo exercício das leis de Deus, e a confiança numa tendência intrínseca da natureza para uma meta final (Mayr, 2005).

Entretanto, estudos empíricos, cada vez mais aprofundados, tanto sobre plantas e animais quanto sobre a formação da crosta terrestre, traziam evidências de um planeta em constante mutação (Braga *et al.*, 2008; Santos & Judensnaider, 2015). O exame da distribuição das rochas apontava uma idade para a Terra superior àquela que se supunha, e que o planeta era muito mais antigo do que os seres vivos. Os fósseis examinados apresentavam diferenças significativas em relação às espécies conhecidas (Mayr, 2005; Braga *et al.*, 2008). Isso gerava inúmeras questões: Seriam eles animais extintos? Como explicar isso à luz da ideia de uma natureza harmônica? Por que o Criador permitiria o desaparecimento daqueles seres? E se alguns seres de fato se extinguissem, então estavam sujeitos a mudanças? Desenvolveu-se, então, em meados do século XVIII, uma concepção na qual a maioria das características da superfície terrestre teria sido formada por processos muito lentos, que se estendem ao presente e continuam a transformar o planeta. Essa noção, denominada uniformitarista ou gradualista, contrapunha-se a ideias catastrofistas associadas à noção de espécies como fixas. Eventos geológicos repentinos causariam grandes revoluções no globo provocando a destruição de diversas espécies, sendo então, criadas novas.

No século XVIII, marcado pelo ideal Iluminista, foi se consolidando uma filosofia mecanicista que se espalhou pela Europa (Santos & Judensnaider, 2015). A concepção deísta, de que Deus colocara as marcas de seu projeto ao criar a grande máquina do Universo, restringia a crença em milagres e fatos sobrenaturais ao

momento da criação. Entretanto, no período em que predominava a busca pela racionalidade, mensuração e empirismo no estudo da natureza, os pensamentos deístas também foram criticados.

Assim, correntes materialistas⁴ começaram a criticar a ideia de um plano divino, alegando sua inadequação para integrar os estudos da natureza. Contudo, essa perspectiva não era hegemônica e contestações começaram a surgir, lançando críticas a um mundo que só percebia engrenagens, polias e movimentos (Braga *et al.*, 2005).

As novas ideias com viés iluministas desencadearam, além de reformas políticas, um grande incentivo à investigação no campo das ciências naturais. As novas gerações de monarcas que surgiram no século XVIII tinham grande interesse por temas ligados à Filosofia natural, isto é, Matemática, Astronomia, Física e História Natural. Alguns deles procuravam patrocinar naturalistas para formar coleções de insetos, plantas e minerais, chegando a organizar expedições para diferentes regiões do globo (Braga *et al.*, 2005).

Embora a monarquia apoiasse alguns estudos, a estrutura para os estudos da natureza era demasiadamente centralizada, como na França, em que as atividades concentravam-se na Academia de Ciências de Paris e no Jardim do Rei (atual Museu de História Natural). Com o início da Revolução Francesa, no final do século XVIII, um processo de questionamento das estruturas monárquicas levou ao fechamento, temporário, da Academia de Ciências e à reorganização do Jardim do Rei, transformando os espaços de formação e produção de conhecimento.

Nessa atmosfera iluminista, as concepções fixistas baseadas na ideia de um projeto divino para a natureza eram cada vez mais questionadas e a construção de um pensamento transformista sobre os seres vivos foi se desenvolvendo. Entre os autores que conceberam ideias sobre a transformação dos seres vivos, pode-se citar Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) que sugeriu que os primeiros seres foram criados por Deus, mas a formação de todos os outros se daria pela sequência de efeitos naturais, ou seja, pelo efeito de memória, desejo e

⁴ Correntes filosóficas que admitem a matéria como a única coisa da qual se pode afirmar a existência, e as interações materiais são a causa de todos os fenômenos do Universo.

aversão das partículas, apresentando, assim, uma tese basicamente metafísica para suas ideias. Por sua vez, Benoît de Maillet (1656-1738) propôs a ideia de que os animais e vegetais seriam provenientes de sementes invisíveis encontradas no ar, água e alimentos. Ele defendia que os animais terrestres se originariam dos marinhos, por transformações bruscas, mencionando o exemplo de um peixe marinho que pularia para a superfície, transformando-se num pássaro com cores semelhantes. Charles Bonnet (1720-1793) um preformista e catastrofista, que defendia que os indivíduos eram originados de “germes” que já estavam contidos na Terra em seu início, considerava que, pelas evidências oferecidas pela Geologia e Astronomia, nosso globo passou por uma longa série de épocas, cada uma terminando por um cataclismo, em que todas as estruturas orgânicas foram destruídas, exceto os germes e suas almas. Com as diferentes condições externas de cada época, o tipo de corpo adotado pelos germes também variava. Jean Baptiste René Robinet (1735-1820), outro preformista, também aceitava a existência de germes para todos os seres. Sem admitir uma ideia de progresso ou de perfeição crescente, a sua concepção de continuidade da natureza pode ser considerada como associada ao transformismo. George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), no final de sua obra tinha uma posição a favor de um transformismo limitado, ligado à possibilidade de “degeneração” dos animais (Martins, L., 1993, 2007). Erasmus Darwin (1731-1802), o avô de Charles Darwin, propôs a ideia de transmutação das espécies em um universo formado por uma “dissolução química” no ciclo universal da natureza, em que a matéria orgânica não podia ser destruída, apenas transformada. Ele defendia que a vida orgânica se originava na água dos oceanos e que os animais se adaptavam ao seu ambiente. Destacava a domesticação como indício de que as características podiam ser transmitidas de geração a geração (Donda & Martins, L., 2016).

Historiadores da ciência consideram, no entanto, que a obra de Lamarck destacou-se desses antecedentes por apresentar, não apenas algumas ideias, mas um *sistema teórico amplo* sobre a transformação dos seres vivos (Martins, L., 1993, 2007).

Nascido em 1º de agosto de 1744, o último de onze filhos de uma família associada à pequena nobreza do norte da França, Lamarck foi enviado, em 1755, ao colégio dos jesuítas em Amiens, por

determinação de seu pai. Após o fechamento da instituição jesuíta, em 1761, Lamarck se dedicou à carreira militar, passando por inúmeras transferências pelos fortes franceses no Mediterrâneo, até que um ferimento o fez abandonar o exército, em 1768 (Ferreira, 2007).

Lamarck adquiriu uma formação científica básica, dedicando-se ao estudo de Medicina em Paris, sem se graduar, e assistindo curso de Botânica ministrado no Jardim do Rei. Ele estudou sobre Meteorologia, Química e Geologia, de forma autônoma (Martins, L., 1993).

Lamarck aprofundou seus estudos sobre as plantas do país durante as viagens como militar, levando-o à publicação da obra *Flora Française*, em 1779. Nesse mesmo ano, tornou-se “botânico adjunto” na Academia de Ciências de Paris, mas sem salário. Dois anos depois, foi nomeado “Correspondente” do Jardim e do Gabinete do Rei, também sem salário, mas tendo a oportunidade de viajar novamente pela própria França, além de Alemanha, Holanda e Hungria, acompanhando o filho de Buffon em visitas a museus, jardins botânicos e universidades. Em 1783, passou a “botânico associado” da Academia de Ciências, ainda sem salário, retirando seu sustento da venda de suas publicações botânicas, que fizeram grande sucesso na época, além de duas dezenas de artigos e verbetes da *Encyclopédie Méthodique*. Ele passou a receber um pequeno salário, em 1789, como “Botânico do Rei e guardião do herbário do Jardim do Rei” e, no ano seguinte, como “pensionista” da Academia de Ciências. Em meio à Revolução Francesa, a Academia de Ciências foi fechada, em 1793, e o Jardim do Rei reestruturado e transformado no Museu Nacional de História Natural. Com as vagas de botânico já ocupadas, Lamarck assumiu o cargo de professor de “Insetos, vermes e animais microscópicos”, mudando sua linha de trabalho para uma área na qual seu conhecimento era restrito (Martins, L., 1993, 2007). Continuando seus estudos meteorológicos, publicou nove artigos sobre o tema, entre 1798 e 1803.

Foi nessa época, por volta de 1800, que Lamarck começou a propor uma teoria relacionada ao que hoje chamamos de evolução biológica, aceitando a transformação das espécies. Para Lamarck a origem dos seres vivos seria múltipla, de vegetais e animais simples em ramos dis-

tintos a partir dos quais proviriam todos os outros grupos, que ele chamava “massas”, de seres com diferentes graus de perfeição (Martins, L., 1993, 2007).

Entre os possíveis fatores que o levaram a essa aceitação estão: o estudo comparativo de conchas, que possibilitaram a Lamarck notar semelhanças entre elas, o que parecia indicar que as conchas modernas eram descendentes modificadas das conchas fósseis; o estudo dos animais inferiores mais simples que, seguindo longa tradição, ele considerava surgirem a partir da matéria inanimada por geração espontânea, ideia amplamente aceita na época; e o trabalho de classificação dos animais inferiores que levou Lamarck a acreditar que existia uma continuidade entre as diferentes espécies e gêneros, o que não parecia acontecer com os animais superiores (Martins, L., 1993, 2007).

Assim, a teoria de Lamarck para a progressiva transformação dos animais era baseada em causas naturais; explicava, ainda, as causas da progressão dos animais e refletia sobre o conceito de espécie e documentava cuidadosamente a existência de uma progressão em relação às “massas”⁵ (Martins & Martins, 1996). Para ele, a transformação de um ser em outro ocorria como adaptação desse organismo ao seu meio, resultando num aperfeiçoamento de suas faculdades (Castañeda, 1997). Entre outros aspectos, a teoria de Lamarck ainda contempla as diferenças entre corpos vivos e inanimados, a sequência de desenvolvimento dos seres vivos e as leis gerais da progressão (Martins, L., 1993, 2007).

Como mencionado anteriormente, na segunda edição de *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822), Lamarck apresenta de modo explícito as quatro leis básicas da natureza que já vinham sendo expostas de modos variados ao longo de seus livros para explicar a modificação e progresso gradual dos animais, sendo elas: a tendência para o aumento do volume e extensão do corpo até o seu limite próprio; surgimento de órgãos em função de necessidades que se fazem sentir e que se mantêm; o desenvolvimento ou atrofia de órgãos como função de seu emprego ou desuso; e herança de tudo o que for

⁵ Grandes grupos de animais que corresponderiam às classes ou ordens atuais.

adquirido na organização dos indivíduos ao longo de sua vida⁶ (Martins, L., 1993, 2007).

Segundo Lilian Martins (2007), ainda que sistemática e ampla, a obra de Lamarck apresentou lacunas metodológicas que foram apontadas por contemporâneos, abrindo espaço para críticas e contribuindo para seu baixo impacto e mínima aceitação na época. A ciência oficial do período tinha como um de seus principais representantes Georges Cuvier (1769-1832), um grande defensor do catastrofismo e de que as espécies eram fixas, não apoiando iniciativas que considerassem outras alternativas, o que pode ter influenciado para que as ideias de Lamarck não fossem propriamente discutidas no meio acadêmico.

Atualmente não aceitamos a maior parte das ideias evolutivas de Lamarck. Por exemplo, não aceitamos o princípio do uso e desuso e a herança dos caracteres adquiridos da forma como ele propôs. Entretanto, seu trabalho contribuiu para o desenvolvimento de outras obras sobre a transformação das espécies (Martins & Brito, 2006), como a de Robert Chambers (1802-1871), que adicionou à fundamentação empírica de Lamarck vários fatos geológicos e fisiológicos, como a comparação entre embriologia e evolução.

Posteriormente, Charles Darwin (1809-1882) desenvolveu a sua teoria sobre a origem das espécies por meio de seleção natural, considerando uma origem única, comum, a todos os seres vivos, diferindo assim das origens múltiplas de Lamarck. Publicada em 1859, a teoria de Darwin atribui o mecanismo principal, mas não único, da evolução à seleção natural, conceito pelo qual expressava a preservação das diferenças individuais e variações favoráveis e a destruição daquelas que são prejudiciais. Na sua teoria, a natureza seleciona os indivíduos que já apresentam, por herança, características mais bem adaptadas, diferente de Lamarck, para quem a pressão exercida pelo meio é que criaria as modificações necessárias à sobrevivência (Castañeda, 1997, p. 12). A Síntese Moderna ou Teoria Sintética da Evolução, assim denomi-

⁶ A herança dos caracteres adquiridos era uma concepção que se aceitava na época de Lamarck. Talvez, por esta razão, ele tenha dedicado tão pouco espaço para discuti-las nas diferentes versões de sua teoria. O próprio Darwin chegou a desenvolver uma explicação para a herança dos caracteres adquiridos, através de sua “hipótese da pangênese” (Castañeda, 1997; Martins, L., 1993, 2007).

nada nos anos 1940, situa Darwin em uma posição central no pensamento evolutivo, reunindo o conceito de seleção natural a outros fatores evolutivos como mutação, deriva genética e fluxo gênico. Na segunda metade do século XX, com aportes de estudos de biologia evolutiva do desenvolvimento, construção de nichos, adaptabilidade evolutiva, herança epigenética, entre outros, desenvolveram-se novas propostas como a da Síntese Estendida da Evolução.

Ainda assim, as noções de transformação dos seres apresentadas por Lamarck se mantêm intuitivamente sedutoras e grande parte dos professores de biologia tende a apresentar concepções próximas ao que Lamarck propôs, afirmando que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (Tidon & Vieira, 2009). Para minimizar os riscos da teoria de Lamarck ser interpretada à luz de argumentos anacrônicos e visões equivocadas, admitimos como uma estratégia valorosa, a apresentação de seu trabalho de maneira contextualizada.

3. METODOLOGIAS DA PESQUISA

Para analisar a inserção desse episódio histórico na escola básica, identificamos sua potencialidade para buscar os seguintes objetivos:

1 - Promover o ensino contextualizado da teoria da progressão dos animais de Lamarck, discutindo alguns aspectos dessa construção, mediante seu contexto cultural;

2 - Apresentar aspectos das principais correntes filosóficas e ideias transformistas que permeavam o período da proposição de Lamarck;

3 - Fundamentar, por meio de um exemplo histórico, a concepção da biologia como parte de um contexto sociocultural;

4 - Apresentar a influência do contexto e valores pessoais de um pensador na construção dos conhecimentos da ciência;

5 - Problematizar a visão simplista e anacrônica sobre a teoria proposta por Lamarck, que vem sendo propagada no ensino;

6 - Apresentar o papel das ideias de Lamarck para a construção do pensamento evolutivo.

A seleção e o estudo do recorte histórico foram realizados em uma perspectiva historiográfica atual (Kragh, 1989; Martins, L., 2005), também considerada no referencial que apoiou a construção da narrativa histórica para o ambiente escolar (Forato, 2009).

3.1 Delimitação didática do episódio histórico:

A análise para a didatização do episódio histórico não é elementar, pois é necessário selecionar, no próprio recorte histórico já delimitado, as informações mais relevantes para cada contexto educacional e mais adequadas a cada objetivo pedagógico. Como coloca Martins:

[...] cada acontecimento histórico sofre muitas influências diferentes. Algumas delas são mais importantes, outras menos, mas é difícil analisar essas diferenças. [...] há uma rede de inúmeras influências que vão interagindo entre si, produzindo efeitos parciais, e tudo isso influencia cada situação histórica que se quiser analisar. [...] A partir do caos histórico, o historiador cria uma ordem compreensível, através de um processo de seleção daquilo que é descrito e pelas conexões que ele próprio inventa. Mesmo se sua seleção não levar a uma história linear, houve uma omissão de inúmeros aspectos, e uma grande simplificação da complexidade histórica. Deixar de selecionar e resumir é impossível. (Martins, 2010, pp. 4-7)

Para realizar essa seleção utilizamos reflexões propostas em Forato (2009) que buscam avaliar a consistência entre a narrativa histórica e os objetivos didáticos pretendidos. As reflexões oferecidas por esse referencial foram construídas visando auxiliar a didatização de episódios históricos, a partir de requisitos historiográficos e da didática das ciências, admitindo que as concepções filosóficas no âmbito da natureza da ciência estão intrínsecas a qualquer narrativa histórica que se elabore (Martins, 1999).

Além de apresentar uma das etapas metodológicas da pesquisa, esse detalhamento pode auxiliar a adaptação das sugestões didáticas a outros ambientes educacionais, ou a ampliar seu escopo.

1. “Estabelecer os propósitos pedagógicos para os usos da HC no ensino”

Espera-se que o estudante possa aprender conteúdos biológicos, epistêmicos e não epistêmicos; aprimorar a criatividade, criticidade e curiosidade científica; expressar-se oralmente, manifestando suas ideias e opiniões; enriquecer seu repertório cultural e aprimorar seu vocabulário; e trabalhar coletivamente e cooperativamente.

2. “Explicitar a concepção de ciência e os aspectos epistemológicos pretendidos”

Não adotamos uma visão essencialista da natureza da ciência, ao contrário, partimos das possibilidades que o próprio episódio histórico contempla (Forato *et al.*, 2017), prezando por uma concepção de ciência como produto dinâmico do conhecimento humano, criado por indivíduos em um dado contexto cultural e histórico (Allchin, 2013). Em oposição à uma visão individualista e elitista, ressaltamos o caráter colaborativo da ciência, em que concepções teóricas e visões de mundo influenciam a interpretação dos dados. Buscamos ainda, favorecer a compreensão de que a observação da natureza permite diferentes interpretações e de que teorias científicas não são elaboradas unicamente a partir da experiência (Gil Pérez *et al.*, 2001; Martins, R., 2006).

3. “Selecionar o tema e os conteúdos históricos apropriados”

O período do recorte histórico localiza-se no contexto do Iluminismo e da Revolução Francesa. Selecionamos como conteúdos apropriados uma breve síntese do panorama histórico, político, social e econômico do final do século XVIII e início do século XIX; diferentes ideias sobre a transformação das espécies que permeavam o período; e algumas escolas de pensamento da época.

4. “Selecionar aspectos a enfatizar e a omitir no recorte”

Enfatizamos aspectos políticos e sociais que possam ter influenciado o questionamento da visão fixista de mundo, e ainda, na elaboração e não aceitação da teoria de Lamarck, em sua época.

Optamos por omitir uma discussão aprofundada acerca da geração espontânea presente na época, e a teoria dos naturalistas Charles Darwin e Alfred Russel Wallace (1823-1913).

5. “Confrontar os aspectos omitidos com aspectos epistêmicos e não epistêmicos objetivados”

O tema da geração espontânea protagonizou episódios como a controvérsia entre o naturalista inglês John Turberville Needham (1713-1781) e o italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) (Carvalho & Prestes, 2012). Apresentamos esta ideia na visão de alguns naturalistas, sem aprofundamento, para direcionar mais tempo didático para a discussão da “transformação dos animais”.

Mesmo que grande parte do conhecimento evolutivo aceito hoje esteja fundamentado no que Darwin propôs, esta proposta didática

objetiva apresentar as ideias de transformação das espécies de Lamarck, em seu tempo, enfocando aspectos da construção da ciência, e evitando a ideia da existência de um debate entre Lamarck e Darwin, presente em livros didáticos⁷. Entretanto, abordaremos aspectos fundamentais da teoria de Darwin, como a origem comum de todos os seres vivos e a ideia de seleção natural, presentes atualmente, na teoria sintética da evolução.

6. “Definir o nível de detalhamento do contexto não científico”

Em relação ao Iluminismo, mencionamos algumas das correntes filosóficas, das influências e dos questionamentos que este movimento inspirou na época. Também apresentamos um breve panorama da Revolução Francesa, contexto em que Lamarck propôs suas ideias, porém não nos aprofundaremos nos inúmeros eventos que marcaram esse episódio⁸. Pontuamos o interesse de Lamarck em outras áreas, como Geologia, Botânica e Química, indicando quão “interdisciplinar” era a construção do conhecimento científico em sua época, sem nos aprofundarmos em seus trabalhos nessas áreas.

7. “Mediar as simplificações e omissões, pois enfatizar a influência de aspectos não científicos pode promover interpretações relativistas”

Discutimos ideias de diferentes autores acerca da transformação dos animais. Entretanto, para evitar interpretações relativistas, apresentamos os pressupostos que embasavam as ideias de cada um dos estudiosos, bem como indícios de que estes pressupostos eram fundamentados para a época. Os estudantes devem reconhecer que cada um deles não propôs conjecturas de forma aleatória e superficial a partir unicamente da observação da diversidade animal e registros fósseis, e sim, a partir de pressupostos teóricos que eram aceitos no período.

⁷ O trabalho de Darwin foi posterior ao de Lamarck, e embora o britânico discordasse em alguns aspectos, aceitava outros, como a ideia de transmissão de caracteres adquiridos (Castañeda, 1997).

⁸ Realizar um trabalho em conjunto com os professores de História, Literatura, Sociologia e Filosofia, pode ser interessante. É possível também envolver as áreas de Física e Química com teorias desenvolvidas no mesmo período que sofreram influências do mesmo contexto.

8. “Avaliar quando é possível superar ou contornar a ausência de pré-requisitos nos conhecimentos biológicos, históricos, epistemológicos”.

Uma breve contextualização será feita para superar a ausência de pré-requisitos históricos, como o movimento Iluminista e o panorama da Revolução Francesa.

Buscamos ser cuidadosos na utilização de termos cujos significados sofreram modificações ao longo do tempo (por ex., “evolução”), e outros termos específicos que possuem outras conotações no senso comum (por ex., “complexidade”, “herança”, “massas”, etc...). Esses e os demais conhecimentos biológicos necessários devem ser discutidos durante a aplicação da proposta.

9. “Combinar um grupo de estratégias e recursos didáticos distintos pode compensar a falta de conhecimento em certos conteúdos de biologia e históricos”

Sugerimos diferentes estratégias, como: aulas expositivas com recursos audiovisuais (imagens do período); atividade com um “painel linha do tempo”; trechos de filme comercial e documentário; pesquisas; mini seminários; debates em grupos; leitura; análise e elaboração de textos.

10. “Definir o nível de profundidade e formulação discursiva dos conteúdos epistemológicos”

Não se pretende a memorização de definições de conceitos, como leis, teorias e hipóteses, mas a compreensão de processos epistêmicos e não epistêmicos da ciência, em que esses conceitos são abordados explícita e implicitamente, favorecendo a compreensão de seus papéis. Defendemos que aspectos epistemológicos devam ser compreendidos por meio da reflexão explícita sobre os exemplos históricos, e não memorizados e repetidos como um conjunto de dogmas.

11. “Ponderar sobre o uso de fontes primárias”

A proposta visa turmas de Ensino Médio e utiliza trechos de fontes secundárias produzidas por historiadores da ciência, nas quais alguns extratos de originais foram traduzidos e devidamente contextualizados.

12. “Abordar diacronicamente os conteúdos da HC de difícil compreensão atualmente”

Apresentamos, de forma contextualizada, algumas ideias aparentemente ingênuas para os estudantes atuais, como a geração espontânea, calórico e fluidos sutis.

13. “Apresentar exemplos de teorias superadas em diferentes contextos culturais permite criticar ideias ingênuas sobre história e epistemologia da ciência”

Embora a teoria de Lamarck não seja aceita atualmente, sua proposta foi coerente ao seu contexto e apresentou significativas contribuições para a construção da ciência. Com isso, objetivamos criticar a ideia de ciência como produtora de verdades finais e absolutas, ressaltando seu caráter dinâmico e sócio-histórico.

14. “Defender uma nova ideia conflitante com aquelas predominantes no repertório cultural dos estudantes requer o uso de estratégias capazes de criar desconforto, conflitos que permitam o questionamento de ideias preestabelecidas”

Pensar criticamente sobre a construção do conhecimento científico pode ser conflitante para alunos que entendem a ciência como verdade absoluta, infalível e imparcial. Buscamos criar desconforto ao abordar uma perspectiva transformista, conflitante com possíveis pressupostos fixistas atrelados, ou não, a questões religiosas além de conflitos com possíveis visões ultrapassadas sobre Lamarck e sua teoria.

15. “Compensar a falta de preparo do professor para lidar com saberes da HC na sala de aula”

As sugestões didáticas são acompanhadas por um planejamento pedagógico e sugestões de referências bibliográficas.

16. “Permitir aos estudantes a vivência de debates entre teorias rivais favorece a compreensão de aspectos epistemológicos das ciências”

Apresentamos ideias alternativas da época que também tratavam da transformação dos animais, como as de: Benoît de Maillet (1656-1738); Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759); Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788); Jean Baptiste René Robinet (1735-1820); Charles Bonnet (1720-1793); Erasmus Darwin (1731-1802); Robert Chambers (1802-1871) e de Georges Cuvier (1769-1832) um grande opositor de Lamarck que defendia o Catastrofismo e espalhava propagandas negativas às ideias transformistas (Martins, L., 1993, 2007; Donda & Martins, L., 2016).

17. “Escolher temas que despertem a curiosidade da faixa etária pretendida. A escolha não pode considerar apenas critérios técnicos e objetivos, mas envolver os estudantes é fundamental”

Imagens de animais pouco conhecidos da megafauna brasileira pode despertar a curiosidade dos alunos que desconheçam o fato de preguiças gigantes terem habitado o solo brasileiro.

Acreditamos que o contato com ideias aparentemente ingênuas para o conhecimento científico atual, mas plausíveis no período, pode despertar a curiosidade dos estudantes, estimulando-os a refletir se tais ideias faziam sentido em uma época na qual havia uma concepção de herança por misturas, diferente do que foi desenvolvido posteriormente pela genética, por exemplo.

18. “Ponderar sobre a quantidade e profundidade dos textos”

Priorizando o desenvolvimento de atividades diversificadas, incentivando o protagonismo do estudante e o desenvolvimento de sua competência leitora e escritora, apresentaremos pequenos textos adaptados a partir de fontes secundárias. Buscamos linguagem simples e objetiva, sem descuidar da norma culta gramatical. O rigor dos aspectos conceituais envolvidos respeitam requisitos da escola básica.

19. “Ter em mente as diferentes funções sociais do conhecimento acadêmico e dos saberes escolares da Escola Básica”

Buscamos contribuir para a formação de cidadãos capazes de participar na tomada fundamentada de decisões em torno de problemas sociocientíficos e sociotecnológicos cada vez mais complexos, promovendo reflexões sobre a natureza das ciências, permitindo a crítica sobre verdades finais e absolutas na ciência. Mostramos a existência de debates, discordâncias, ideias refutadas etc (Allchin, 2013). Embora o conhecimento científico seja indispensável para essa formação, evitamos nos aprofundar em conceitos normalmente direcionados aos especialistas. A seleção dos conteúdos e seu constante confronto com os objetivos educacionais e epistemológicos estabelecidos buscou balizar tal abordagem.

20. “Questionar cada aspecto epistemológico objetivado em diferentes atividades didáticas e distintos episódios históricos”

Os aspectos epistemológicos serão trabalhados em diferentes atividades (filme, aulas dialógicas com auxílio de *slides*, textos, seminários...), bem como em diferentes conteúdos, por exemplo, nas

ideias de Lamarck, nas teorias alternativas do período selecionado, nos debates no contexto da época etc.

Essas reflexões auxiliaram a delimitação e didatização do episódio histórico, à luz dos desafios impostos pela dimensão educacional e pedagógica da escola básica.

3.2 Construção das atividades didáticas

Para a construção da proposta didática seguimos as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Biologia e adotamos uma perspectiva freiriana de educação, além de considerar pressupostos de outros referenciais para a criação das atividades e abordagens didáticas, pontuados abaixo. Embora a elaboração do plano de aulas tenha precedido a nova BNCC, a proposta está alinhada com algumas das suas competências gerais para o ensino básico, como é o caso das duas primeiras que fazem menção explícita a abordagens históricas e epistemológicas:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (Brasil, 2016, p. 9)

Partindo de uma problemática que enfoca a ciência como um processo, destacando questões epistêmicas e não epistêmicas, atividades e discussões buscam envolver ativamente os alunos, por meio de problemas abertos e perguntas que instigam o pensar sobre o desenvolvimento da ciência. Essa estratégia pedagógica busca favorecer os espaços de interação interpessoal em atividades educativas visando uma transformação reflexiva (Yanés & Maturana, 2009) e uma educação crítica, que promovam o diálogo e a conscientização, como práxis educacional para a transformação do mundo (Freire, 1996).

Concebemos a aula como um espaço-tempo coletivo de construção de saberes e produção de conhecimentos que pressupõe a existência de sujeitos que se inter-relacionam, se comunicam e se comprometem com a ação vivida (Farias, 2009). O professor assume o papel de estimulador, orientador e facilitador da aprendizagem, enquanto reflete sobre o processo de ensino e aprendizagem, buscando alternativas para eventuais problemas na prática pedagógica (Freire, 1996). Consideramos, assim, que o aluno aprende numa atitude de relacionamento e interação com os professores e com seus colegas de turma (Masetto, 1996).

O processo de ensino e aprendizagem é complexo, mutável e envolve múltiplos saberes, no qual os estudantes variam em suas motivações e preferências no que se refere ao modo de aprender e na sua relação com o conhecimento. O pluralismo metodológico de estratégias de ensino em sala de aula é utilizado visando promover um maior alcance motivacional nos estudantes, conscientes de que os diferentes modelos e metodologias apresentam suas próprias vantagens e restrições (Laburú *et al.*, 2003).

Tendo em vista tais considerações, partimos de uma problematização inicial (*Os seres vivos se transformam?*), em que o professor assume papel mediador no debate. Diferentes atividades didáticas buscam promover a interação reflexiva entre os sujeitos e os saberes, fomentando a visão de ciência como um processo (Forato *et al.*, 2017), por meio de reflexões sobre a construção de conceitos e teorias como intrínseca a seus respectivos contextos culturais.

4. ALGUNS RESULTADOS

A análise sobre possibilidades para o uso da HC na escola básica, produziu, também, a organização de sugestões de atividades didáticas, sintetizadas no plano de aulas a seguir. Desenvolvido para um ambiente educacional específico de uma escola pública, em que trabalha um dos autores, esta proposta respeita as características particulares do mesmo, mas pretende ser flexível e adaptável a outros contextos educacionais. A análise apresentada anteriormente busca também explicitar ponderações e mais detalhes para auxiliar possíveis modificações.

4.1 Plano de aulas

Unidade curricular: Biologia		
Série: 3º Ano EM.	Carga horária semanal: 2 h/aula (50 minutos cada).	Número de alunos: Aproximadamente 35.
<p>Ambiente educacional: Escola pública localizada na grande São Paulo, com a maior parte dos alunos motivada a participar das atividades propostas e habituada a fazer lição de casa nessa disciplina. O currículo utilizado na escola durante a elaboração da proposta didática, contempla as “Ideias evolucionistas e evolução biológica” e “As ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck” (São Paulo, 2011, p.92).</p>		
<p>Objetivo: Aprendizado de conceitos sobre evolução biológica e sobre o desenvolvimento da ciência, estimulando a visão crítica dos alunos.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Desenvolver uma visão de ciência como atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, política e cultural, colaborativa e não individual;2. Conhecer aspectos relacionados ao desenvolvimento de teorias de evolução biológica;3. Compreender que a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações sem ambiguidades;4. Reconhecer que uma observação significativa não é possível sem uma expectativa preexistente;5. Compreender que as teorias científicas não são elaboradas unicamente a partir da experiência;6. Relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, na perspectiva histórica do conhecimento;		

7. Apropriar-se de conceitos relativos à formação, desenvolvimento e reprodução dos seres.
8. Expressar-se oralmente, manifestando suas ideias;
9. Desenvolver a criatividade, criticidade e curiosidade científica;
10. Desempenhar um trabalho coletivo e cooperativo.

Conteúdos:

1. Diferentes concepções sobre a origem e transformação dos animais no contexto histórico final do século XVIII e início do XIX;
2. Teoria da progressão dos animais, de Lamarck;
3. Aspectos epistemológicos da biologia.

Recursos materiais e metodológicos:

1. Leitura, análise e elaboração de textos;
2. Aula dialogada com recursos audiovisuais como vídeos e *slides*.
3. Construção do painel “linha do tempo”;
4. Pesquisas;
5. Mini seminários;
6. Debates em pequenos grupos.

Avaliação: Tendo em vista que “a avaliação trata da prática educativa, e não de um pedaço dela” (Freire, 1982), buscamos a avaliação continuada a partir do registro das informações relativas ao desempenho do aluno em textos produzidos, pesquisas, apresentação de seminários, participação em debates, etc.

4.2 Cronograma

Dia	Conteúdo	Atividade	Tempo
1	Os seres vivos se transformam?	1) Problematização inicial com projeção de trecho de documentário, imagens e diálogo	50 min
	Os seres vivos se transformam?	2) Elaboração de texto sobre a aula	Lição
2	Contextualizando o período (século XVIII e início do século XIX)	3) Discussão sobre os textos 4) Aula expositiva dialogada com <i>slides</i> 5) Proposta de montagem do painel “linha do tempo”	50 min
	Pesquisando o período	6) Pesquisa de imagens	Lição
3	Diferentes ideias acerca da transformação dos animais	7) Montagem do painel 8) Planejamento de seminários	50 min
	Diferentes ideias acerca da transformação dos animais	9) Finalização dos seminários	Lição
4	Predecessores e contemporâneos de Lamarck que citavam a transformação dos animais	10) Apresentação de seminários	50 min
5	As ideias de Lamarck em seu contexto	11) Aula expositiva dialogada com <i>slides</i>	50 min
6	Aspectos físicos versus hábito dos animais	12) Atividade em grupo	50 min
7	Possíveis dificuldades/limitações na	13) Aula expositiva dialogada	50 min

	teoria de Lamarck	14) Debate plenário	
	A teoria de Lamarck	15) Produção de texto	Lição
8	A teoria de Lamarck	16) Análise de trechos de livros didáticos	50 min
9	Teoria da evolução de Darwin	17) Aula expositiva dialogada seguida de discussão. 18) Atividade em grupo	50 min
10	Teoria sintética da evolução	19) Aula expositiva dialogada com <i>slides</i> 20) Análise de vídeos de divulgação científica	50 min
11	Conceitos atuais sobre evolução	21) Debate Planário 22) Avaliação escrita	50 min

4.3 Descrição das atividades

Busca-se a abordagem explícita sobre aspectos da natureza das ciências, ao se discutir conteúdos biológicos (Rudge & Rowe, 2009).

1- Propõe-se partir da problematização: “*Os seres vivos se transformam?*”, enfatizando a transformação das espécies, levantando conhecimentos prévios e instigando um olhar crítico. Sugere-se um trecho do documentário “O mistério do lago azul” (Dias, 2007), mostrando a descoberta de fósseis de preguiças gigantes em um lago de uma caverna brasileira. Retomar o diálogo apresentando indícios de mudanças por meio de imagens com diferentes espécies de proboscídeos⁹ e exemplos de preguiças gigantes e animais da megafauna brasileira, especificando o período e ambiente que esses animais viveram. Questionar aspectos da transformação dos animais, estimulando a investigação e a formulação de hipóteses.

A partir do documentário abordando um episódio brasileiro, pode-se problematizar a visão individualista da ciência, mostrando a

⁹Ordem de mamíferos placentários que contém apenas uma família vivente, a Elephantiidae, à qual pertencem os elefantes.

construção colaborativa do conhecimento científico, ao apresentar o trabalho coletivo de mergulhadores, paleontólogos e uma equipe de apoio para retirar fósseis de um lago em uma caverna. Aspectos financeiros interferindo na ciência e dilemas enfrentados por cientistas podem ser exemplificados, quando o mergulhador Tulio Schargel leva um fragmento fóssil ao professor e paleontólogo Cástor Cartelle, que precisa decidir se deve “arriscar” recursos em uma expedição a procura de mais fósseis.

2- Como lição de casa os alunos deverão elaborar um texto, apresentando suas conclusões. Se houver tempo, é possível iniciar a elaboração do texto na sala de aula.

3- Discussão plenária sobre os textos e as dúvidas apresentadas.

4- Em aula expositiva dialogada, com auxílio de imagens, apresenta-se o contexto político, religioso, científico e filosófico do século XVIII e início do século XIX. Pode-se apresentar uma concepção de ciência como produto dinâmico do conhecimento humano, criado por indivíduos em um dado contexto histórico-cultural, incluindo trechos de filmes sobre a época: “Os miseráveis” (Hooper, 2012) e “A Revolução Francesa” (Shultz, 2005).

5- Apresentar uma faixa de papel pardo de 1,50 m x 0,50 m, contendo cinco imagens de acontecimentos do período. Além de Lamarck, a faixa pode ter imagens de um filósofo natural (Newton, e sua morte em 1727), um compositor (Mozart 1756-1791), um fato político (Guerra dos sete anos) e um fato brasileiro (Tiradentes), por exemplo. Solicitar imagens de outros fatos ou personagens do período, para completar o painel na próxima aula, orientando sobre a diversidade na qualidade das informações encontradas na internet e especificando que devem ser privilegiados sítios de museus e universidades. Esta é uma oportunidade para realizar atividades integradas com outros professores, com cada disciplina selecionando fatos e personagens para colocar no painel, discutindo sobre teorias e ideias propostas na época, ou sobre literatura, política, arte, etc.

6- Os estudantes pesquisarão sobre o período (Século XVIII e início do século XIX) e farão uma coleta de imagens para completar o painel.

7- Grupos de aproximadamente seis alunos iniciarão a montagem do painel anteriormente apresentado. O professor poderá dialogar a

respeito do painel, levantando aspectos que os alunos considerarem interessantes, e apresentar aspectos relacionados à Revolução Francesa, o Iluminismo e sobre algumas correntes filosóficas do período.

8- Serão organizados mini seminários com as ideias sobre transformação dos animais de De Maillet, Maupertuis, Buffon, Robinet, Bonnet e Chambers. Em grupos de aproximadamente seis alunos, será feita a leitura de textos¹⁰ fornecidos pelo professor, que também auxiliará a organização dos mini seminários. É importante problematizar os riscos da pseudo-história em materiais inadequados que estão disponíveis na internet (Allchin, 2004).

9- Finalização dos seminários, complementando possíveis dados sobre o autor.

10- Apresentação dos seminários a respeito das obras contemporâneas a Lamarck, abordando a ideia de transformação dos animais. Após as apresentações, o professor comentará sobre o desempenho dos alunos e sistematizará os pontos principais.

A atividade com seminários é uma ferramenta para incentivar o trabalho coletivo, a autonomia e a comunicação entre os estudantes, e ainda, permite problematizar a concepção acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos, uma vez que apresenta ideias acerca da transformação dos animais que vão além da síntese de Lamarck e Darwin, presente em grande parte dos livros didáticos. Ao relacionar diferentes explicações propostas para um mesmo fenômeno natural, como o transformismo, é possível indicar que a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações definitivas.

11- Aula expositiva dialogada com imagens sobre Lamarck, que abordará o seu contexto, suas ideias e teoria. Esta aula pode permitir a crítica da visão aproblemática e ahistórica da ciência e ressaltar que teorias científicas não são elaboradas unicamente a partir da experiência e observação. Mesmo com a impossibilidade de gerar experimentos, devido ao longo período necessário para que as modificações nas espécies sejam observadas, podemos identificar

¹⁰ Trechos adaptados a partir de Martins, L., (1993, pp. 340-385) e Donda & Martins (2016).

coesão nesta teoria construída a partir de evidências fósseis e um arcabouço teórico.

Apresentar o trabalho de Lamarck com suas coleções particulares de história natural, e sua mudança teórica de fixista para transformista, pode reforçar a ideia de que uma observação significativa não é possível sem uma expectativa preexistente. O fato da reestruturação no Jardim do Rei, fruto do movimento revolucionário francês ter mudado área de trabalho de Lamarck, permite destacar a influência do contexto socioeconômico na construção da ciência.

Os estudiosos podem mudar de ideia, e isso ocorreu em Lamarck acerca do fixismo e em relação à sua própria teoria, que apresentava duas leis na obra intermediária *Philosophie zoologique*, e quatro, na versão final de sua obra *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822). Isso permite questionar a visão rígida de ciência e a ideia de teorias definitivas.

12- Distribuir imagens para grupos de até quatro alunos, contendo exemplos de animais com determinadas características físicas, como olhos vestigiais em toupeiras, membrana entre os dedos de aves aquáticas, etc. Então, imaginando o período de Lamarck e considerando sua teoria, os alunos deverão discutir esses exemplos e elaborar explicações para o surgimento de tais características, como quais hábitos podem ter contribuído, e quais leis sustentam essa explicação.

Espera-se que os alunos reconheçam as leis de Lamarck, já discutidas, nesses exemplos apresentados, percebendo que ela era coerente para o período estudado. Diálogo plenário sobre como Lamarck propôs esses exemplos. Nessas imagens outros exemplos além do que se refere ao tamanho do pescoço da girafa serão abordados, permitindo problematizar a visão incompleta e anacrônica sobre a teoria de Lamarck, que vem sendo propagada no ensino.

13- Aula expositiva dialogada que apresentará limitações da teoria de Lamarck, juntamente com aspectos sociais, políticos e até mesmo metodológicos, que se manifestaram durante a proposição de suas ideias, e que podem ter dificultado sua aceitação.

Novas ideias ou teorias na ciência não são, de um modo geral, aceitas de imediato, especialmente quando rompem com uma visão amplamente aceita pela comunidade científica, neste caso, a fixidez das

espécies. O debate sobre os motivos da não aceitação da teoria de Lamarck em seu período indica que além da boa fundamentação, existem outros fatores que podem influenciar a aceitação ou rejeição de uma teoria, como os religiosos, políticos, sociais, luta pelo poder, etc. Esta atividade pode destacar esse tipo de influência ao apresentar a propaganda negativa feita por Cuvier às ideias transformistas de Lamarck.

14- Aula dialogada com reflexão sobre os possíveis motivos para essa teoria não ter conseguido uma boa aceitação na época em que foi proposta: “Será que ela não estava bem fundamentada para o panorama da época?”.

Esses diferentes momentos de diálogo buscam favorecer os espaços de interação interpessoal nas atividades e promover uma transformação reflexiva. O professor deverá atuar como mediador, incentivando a participação de todos os estudantes.

15- Guiados por palavras ou expressões chaves (por exemplo: transformação, uso e desuso, caracteres adquiridos, limitações, complexidade, etc.), cada aluno produzirá um texto para descrever a teoria de Lamarck.

16- Em duplas, os estudantes analisarão trechos de livros didáticos selecionados pelo professor, de acordo com seu contexto educacional. Esta análise os confrontará com o conteúdo apresentado, utilizando alguns critérios avaliativos (por exemplo: se apresentam as quatro leis¹¹, se apresentam aspectos da carreira de Lamarck como a mudança de área de pesquisa, etc.).

Espera-se que os estudantes não apresentem, na produção de texto e na análise de livros didáticos, uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência, e argumentem que Lamarck apresentou uma teoria fundamentada considerando seu contexto. Assim, é possível que o papel de suas ideias para a construção do pensamento evolutivo seja contemplado, compreendendo-se, por fim, que o fato de apresentar uma teoria que não é aceita atualmente, não significa que a mesma não tenha trazido contribuições para a construção do conhecimento científico.

¹¹ Nesse momento é importante ressaltar, que em exames vestibulares, muitas vezes, continua sendo solicitada a interpretação anacrônica e simplista de Lamarck presente nos livros didáticos (Mottola, 2011).

17- Aula expositiva dialogada sobre a teoria de Darwin, seguida de discussão sobre as semelhanças e diferenças entre Darwin e Larmarck, partindo da contextualização histórica anterior. Conforme a disponibilidade de tempo e de materiais, sugerimos desenvolver propostas utilizando Silva (2013) e Cortez (2018), neste caso, o plano pode demandar um número de aulas mais amplo, cabendo a cada professor realizar as devidas adaptações ao seu contexto e objetivo.

18- Atividade em grupo onde os alunos produzirão textos e ilustrações para apresentar possíveis explicações para exemplos de evidências da evolução biológica escolhidos por eles. Para cada exemplo deve-se apresentar uma explicação segundo a teoria de Lamarck e uma segundo as ideias de Darwin.

19- Aula dialogada sobre a teoria sintética da evolução aceita hoje, com o auxílio de *slides*, em abordagem compatível com o ambiente da escola básica. É importante que os alunos reflitam porque algumas das ideias de Charles Darwin permanecem nessa síntese, e identifiquem quais são elas.

20- Analisar individualmente o conteúdo presente em vídeos de divulgação científica sobre evolução, pesquisados e sugeridos pelos alunos, para verificar conceitos da teoria atual, em busca de identificar se apresentam aspectos de uma teoria sintética de evolução, ou uma visão tendenciosa, na qual a teoria de Darwin é aceita da forma como ele a propôs.

21- Alunos debatem em plenária como, e em que medida, as aulas sobre Lamarck puderam ajudaram a compreender os conceitos atuais.

22- Avaliação escrita, inspirada na prova operatória (Ronca & Terzi, 1991) sobre aspectos não contemplados em atividades anteriores que compuseram a avaliação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Adequar conhecimentos especializados gerados por historiadores da ciência para turmas da escola básica não é trivial. O estudo para este tipo de abordagem transcende os conteúdos científicos e da didática. Assim, aspectos de ordem epistemológica e histórica também devem ser destrinchados à luz da metodologia da história e da fundamentação teórica do ensino de ciências.

A pesquisa permitiu-nos propor uma abordagem didática, contemplando conteúdos de biologia e sobre a construção do conhecimento científico. Embora o tempo sugerido possa parecer extenso, consideramos que a proposta seja viável, uma vez que mobiliza diversas habilidades e competências recomendadas pelos documentos oficiais, discute questões metacientíficas, sem deixar de lado os conteúdos específicos de biologia, contribuindo para uma formação mais ampla do estudante. Ao conhecer e vivenciar aspectos de debates que ocorreram na construção da ciência, o aluno pode refletir sobre os diferentes recursos que os pensadores do passado utilizaram para elaborar conceitos e teorias, desenvolvendo assim, uma visão mais crítica da ciência como construção humana, contextualizada na cultura de cada época. Todas essas discussões podem promover a interdisciplinaridade, sem negligenciar conteúdos conceituais biológicos.

Apresentamos a proposta didática, acompanhada de fundamentações teóricas e metodológicas de seu desenvolvimento, buscando oferecer subsídios para sua aplicação, sua adaptação ou sua ampliação. Para o âmbito da pesquisa acadêmica, espera-se que o conhecimento produzido possa ser utilizado e transposto a outros episódios históricos e conteúdos das ciências.

Como desdobramento, pretendemos aplicar a proposta na escola básica, colher dados e avaliar os processos educacionais promovidos, por meio de análise qualitativa. Os resultados poderão contribuir para o aumento do conhecimento acadêmico que subsidia a inserção da HC no ensino de ciências.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos pareceristas anônimos e à editoria da revista pelas críticas e sugestões, que contribuíram sobremaneira para o aprimoramento do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education*, **13**: 179-195, 2004.

———. *Teaching the Nature of Science: Perspectives and Resources*. Sain Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013.

- ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. *Ciência e Educação*, **11**: 17-32, 2005.
- . As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil. *Ciência & Educação*, **16**: 649-665, 2010.
- AMORIM, Mário César; LEYSER, Vivian. Ensino de evolução biológica: implicações éticas da abordagem de conflitos de natureza religiosa em sala de aula. *XI Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências*. Florianópolis, 2009. Atas... Florianópolis: ABRAPEC, 2009.
- BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. *Breve história da ciência moderna: Das luzes ao sonho do doutor Frankenstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2005.
- . *Breve história da ciência moderna: A Belle-époque da ciência*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2008.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Segunda versão revista. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 2 novembro 2016.
- BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC; SEB, 2006.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luíza. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, **11**: 33-39, 2005.
- CARVALHO, Eduardo Crevelário de; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Lazzaro Spallanzani e a geração espontânea: os experimentos e a controvérsia. *Revista da Biologia* **9** (2): 1-6, 2012.
- CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. *Caracteres adquiridos: a história de uma ideia*. São Paulo: Scipione, 1997.
- CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. *As ideias pré-mendelianas de herança e sua influência na teoria de evolução de Darwin*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Ciências/Genética e Evolução) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- CORRÊA, André Luis; ARAUJO, Elaine Nicolini Nabuco de; MEGLHIORATTI Fernanda. Aparecida; CALDEIRA Ana Maria

- de Andrade. História e Filosofia da Biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. *Filosofia e História da Biologia*, **5**: 217-237, 2010.
- CORTEZ, Eduardo Pessonnia Molina. *Descobrendo a seleção natural: uma proposta de ensino baseada na história da ciência*. São Paulo, 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo.
- DIAS, Mauricio; SHARGEL, Túlio; LECUIVRE, Dominique. *O Brasil da pré-história: o mistério do poço azul*. Documentário, Brasil, França: 2007. Duração: 53 min.
- DUARTE, Felipe Bezerra de Medeiros; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de; AMARAL, Viviane Souza do. O ensino fragmentado da evolução biológica e concepções alternativas sobre este tema no ensino médio. *Revista da SBEnBIO*, **7**: 2035-2046, 2014.
- DONDA, Pedrita Fernanda; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. As concepções de Erasmus Darwin sobre a transmutação dos animais. *Filosofia e História da Biologia*, **11** (1): 121-135, 2016.
- EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o Ensino de História e Filosofia das Ciências na Educação Científica de Nível Superior. Pp. 3-21, in: SILVA, Cibelle C. (org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.
- FARIAS, Isabel Maria Sabino de; SALES, Josete de Oliveira Castelo Branco; BRAGA, Maria Margarete Sampaio de Carvalho.; FRANÇA, Maria do Socorro Lima Marques. *Didática e docência: aprendendo a profissão*. Brasília: Liber Livro, 2009.
- FERREIRA, Marcelo A. *Transformismo e Extinção de Lamarck à Darwin*. São Paulo, 2007. Tese (Doutorado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, Rafael Antunes; AMORIM, Mario Cezar. Jean Baptiste Lamarck: Equívocos históricos e implicações para o ensino de Biologia. In: *V Encontro Regional de Ensino de Biologia do Nordeste*. Natal, 2013. Atas... Natal: UFRN, 2013.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982. ———. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

- FORATO, Thaís Cyrino de Mello. *A natureza da ciência como saber escolar: Um estudo de caso a partir da história da luz*. 2009. 420 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação da USP, São Paulo: FEUSP, 2009, 2 vols.
- FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MOURA, Breno A. Introdução. História e Epistemologia das Ciências na formação de professores. In: Breno Arsioli Moura; Thaís Cyrino de Mello Forato. (Org.). *Histórias das Ciências, Epistemologia, Gênero e Arte. Ensaios para a formação de professores*. 1 ed. Santo André: Editora da UFABC, 1-10, 2017.
- GIL PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALIS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, **7**: 125-153, 2001.
- HOOPER, Tom; FELLNER, Eric. *Os Miseráveis*. Filme, Reino Unido: Universal Pictures, 2012. Duração 158 min.
- KRAGH, Helge. *An Introduction to the Historiography of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, Brasília, **9** (2): 247-260, 2003.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*. Campinas, 1993. Dissertação (Mestrado em Genética) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1993.
- . *A teoria da progressão dos animais, de Lamarck*. Rio de Janeiro: Boaklink; São Paulo: FAPESP, 2007.
- . Episódios da história da evolução e o ensino de ciência: as contribuições de Lamarck. In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*. Campinas, 2011. Atas... Campinas: ABRAPEC, 2011.
- . História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, **11**: 305-317, 2005.
- MARTINS, Lilian; BRITO, Ana Paula Moraes. A História da Ciência e o ensino da Genética e Evolução no nível médio: um estudo de caso. In: SILVA, Cibelle Celestino. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 245-264, 2006.

- MARTINS, Lilian; MARTINS, Roberto de Andrade. A metodologia de Lamarck. *Trans/Form/Ação*, **19**: 115-38, 1996.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Seria possível uma história da ciência totalmente neutra, sem qualquer aspecto whig? *Boletim de História e Filosofia da Biologia* **4** (3): 4-7, 2010.
- . Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- MASETTO, Marcos Tarciso. *Didática: a aula como centro*. São Paulo: FTD, 1996.
- MATTHEWS, Michael. History, philosophy and science education: the present reaproachment. *Science & Education*, **1**: 11-47, 1992.
- MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MOTTOLA, Nicolau. *O evolucionismo no ensino de biologia: investigação das teorias de Lamarck e Darwin expostas nos livros didáticos de biologia do plano nacional do livro didático do ensino médio, PNLEM*. Rio Claro, 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Biociências, UNESP Rio Claro.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. A importância da história da ciência na educação científica. *Filosofia e História da Biologia*, **4**: 1-16, 2009.
- RONCA, Paulo Afonso Caruso; TERZI, Cleide do Amaral. *A prova operatória: contribuições da psicologia do desenvolvimento*. São Paulo: Edesplan, 1991.
- RUDGE, David; HOWE, Eric. An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, **18**: 561-580, 2009.
- SÃO PAULO. Secretaria da Educação. *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias*. São Paulo: Secretaria da Educação, 2011.
- SANTOS, Fernando Santiago dos; JUDENSNAIDER, Ivy. Política, Economia, sociedade, filosofia e ciência: correlações históricas nos oitocentos. *Prometeica*, **10**: 58-73, 2015.
- SHULTZ, Doug. A Revolução Francesa. Documentário. *History Channel*, 2005. Duração: 90 min.

- SILVA, Tatiana Tavares da. *Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva*. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo.
- TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *ComCiência*, 107, 2009¹².
- YÁÑEZ, Ximena Dávila; MATURANA, Humberto. Hacia una era post moderna en las comunidades educativas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49: 135–161, 2009.

Data de submissão: 14/03/2019

Aprovado para publicação: 16/05/2019

Data de publicação: 30/06/2019

¹² Disponível em: <<http://comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=535>>. Acesso em: 03 abril 2016.

Encheiresis naturae: a manipulação da natureza na química e na botânica

Maurício de Carvalho Ramos*

Resumo: O presente estudo é uma reflexão epistemohistórica em torno da noção de *encheiresis naturae* como a arte química de manipular a natureza. Ela está intimamente associada aos aspectos operacional e tecnológico da química que, neste estudo, ampliarei para o domínio do orgânico e do vital. Discutirei tal ampliação a partir de alguns elementos da filosofia química de J. F. Henckel e de J. R. Spielmann para, então, chegar aos conceitos de metamorfose e de empirismo sutil propostos por de J. W. von Goethe. Nessa trajetória, utilizarei interpretações que Ernst Cassirer apresenta sobre o significado da noção de *encheiresis naturae* em sua relação com a de metamorfose. Como resultado, ofereço alguns elementos epistemohistóricos mais específicos que podem esclarecer e ajudar a resolver problemas concernentes à síntese artificial de vida.

Palavras-chave: *encheiresis naturae*; apropriação química; empirismo sutil; metamorfose; Spielmann, Jacob R.; Henckel, Johann F.; Goethe, Johann W. von

Encheresis naturae: manipulation of nature in chemistry and botanics

Abstract: The present study is an epistemohistorical reflection around the notion of *encheiresis naturae* as the chemical art of manipulating nature. It is closely associated with the operational and technological aspects of chemistry, which, in this study, I will extend to the organic and vital domain. I will discuss this extension from some elements of the chemical philosophy of J. Henckel and J. R. Spielmann, and then come to the concepts of metamorphosis and subtle empiricism proposed by J. von von Goethe. In this trajectory, I will use the interpretation that Ernst Cassirer presents about the meaning of the notion of *encheiresis naturae* in its relation to that of metamorphosis. As a result, I offer some more specific epistemological elements that can clarify and help solve problems concerning the artificial synthesis of life.

* Departamento de Filosofia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Av. Prof. Luciano Gualberto, 315, Cidade Universitária, CEP 05508-010, São Paulo, SP. E-mail: maucramos@gmail.com

Key-words: *encheresis naturae*; chemical appropriation; subtle empiricism; metamorphosis; Spielmann, Jacob R.; Henckel, Johann F.; Goethe, Johann W. von

1 INTRODUÇÃO

Em seu estudo do problema do conhecimento biológico nos séculos XIX e XX, Ernst Cassirer mostra que o conceito de desenvolvimento exerceu a função de máxima heurística para as investigações morfológicas do período (Cassirer, 1993, p. 186-96). No estudo da botânica que ele aí realiza, percebo que as transformações dessa função determinam e organizam uma diversidade de morfologias nas quais comparecem três pares conceituais interconectados: atividade-passividade, interioridade-exterioridade e dinamismo-fixidez. Cassirer propõe que o conceito de desenvolvimento, entendido principalmente como ontogênese, foi central para o processo de transformação e de substituição da morfologia idealista por uma morfologia de caráter experimental.

Dentre as coisas mais significativas que ele nos mostra, encontra-se a explicação de como o estudo do desenvolvimento fundamentou a metodologia da botânica de Mathias Schleiden (1804-1881). Como pude perceber em um estudo que realizei de sua célebre *Fitogênese* (Ramos, 2012), Schleiden determinou quais seriam as unidades básicas dos vegetais através de um exame da fitogênese como local de integração do desenvolvimento das unidades celulares com o ciclo de vida da planta. A mesma heurística do conceito de desenvolvimento teria afetado a sistemática vegetal. Referindo-se aos estudos de Wilhelm Hofmeister (1824-1877) sobre o tema (presentes no *Vergleichenden Untersuchungen der Keimung höherer Kryptogamen*, Leipzig, 1851), Cassirer aponta-nos como as pesquisas sobre o desenvolvimento foram capazes de revelar caracteres taxonômicos que a inspeção direta e estática da morfologia não poderia oferecer. A esse respeito, o autor diz que:

Desde o momento em que a marcha do desenvolvimento de plantas como as cotilédneas e as criptógamas vasculares, que até então eram consideradas como plenamente distintas entre si, revelou grandes semelhanças entre elas, tal como as observações de Hofmeister acabavam de demonstrar, tornou-se evidente que as características visíveis por si

mesmas não bastavam para chegar a compreender as verdadeiras relações de afinidades; era necessário recorrer a outros critérios que somente o estudo do desenvolvimento poderia subministrar. (Cassirer, 1993, p. 195)

Este é um ponto essencial para minha interpretação, pois indica o confronto entre duas maneiras de conceber a ordem dos seres naturais, uma baseada em uma concepção das formas como tipos fixos e substancialmente incomunicáveis, a partir dos quais são erigidos rígidos sistemas de classes naturais, e uma concepção das formas como entidades dinâmicas e transformacionais que permitem algum grau de comunicação entre as substâncias que sustentam a diversidade natural. Para fins de minha argumentação, associarei a essas duas concepções os conceitos gerais de *morfologia tipológica* e *morfologia genética*, respectivamente.

Retomando a exposição de Cassirer, aparece, então, uma observação que indica um novo domínio de pesquisas regulado pela máxima heurística do conceito desenvolvimento. Trata-se de estudos em que a morfologia não é investigada apenas da perspectiva do dinamismo ontogenético do organismo, mas através de estudos em que a observação passiva dos fenômenos dá lugar à produção experimental dos mesmos. Isso põe em cena, junto da morfologia tipológica e genética, uma *morfologia experimental*. O dinamismo toma aqui uma feição totalmente diferente, já que passa do contexto da metamorfose natural para o da morfotécnica. O autor que Cassirer cita nesse contexto é o botânico alemão Karl A. E. Goebel (1855-1932), para quem a metamorfose pode atuar como princípio fecundo do conhecimento apenas se for concebida como “uma transformação real e não simplesmente ideal, efetiva e não puramente pensada” (Cassirer, 1993, p. 195). As palavras de Goebel a respeito são as seguintes:

A visão que eu tenho chamado de “Teoria da diferenciação” está baseada, como, de fato, está a totalidade da doutrina da metamorfose, no estudo das transformações das folhas, cujo caráter multiforme é bem conhecido. (Goebel, 1900, p. 6)

Cassirer acrescenta por fim uma observação que conduz diretamente ao conceito que tomei como objeto principal deste artigo, o de *encheiresis naturae* ou manipulação da natureza. Nesse sentido, o autor diz, referindo-se à transformação do conceito de metamorfose, que

[...] somente podemos chegar a compreender plenamente esta transformação sempre e quando soubermos imitá-la, ou seja, se soubermos criar ativamente as formas de vida, e não nos limitarmos a observá-las. (Cassirer, 1993, p. 195)

A criação ativa de formas pode ser traduzida mais materialmente como organossíntese, que ocorre interferindo tecnologicamente sobre as entidades naturais. Segundo Cassirer, esse passo implica uma mudança maior do papel metodológico do conceito do desenvolvimento, pois, capturado pelo dogma mecanicista, perde a função de máxima heurística que operou na fitogênese de Schleiden (Cassirer, 1993, p. 195). Nessa mudança, o desenvolvimento que caracteriza uma morfologia genética passa a caracterizar uma morfologia causal estrita, cujo objetivo principal é, como afirmou o botânico Georg A. Klebs (1857-1918) em 1903, “produzir de um modo real, mediante o estabelecimento das condições necessárias, a maior quantidade possível de processos de transformação das plantas” (Klebs apud Cassirer, 1993, p. 195). A meu juízo, esse conceito de “produção real” mostra de maneira explícita o caráter tecnológico que a morfologia experimental se reveste. Mas, essa meta científica somente realiza-se quando o caráter dinâmico da morfologia é investigado dentro do domínio da química, e não mais no do estudo da embriogênese e dos ciclos de vida. Assim, trata-se de uma biossíntese química das formas orgânicas. É ela que caracteriza diretamente o conceito de *encheiresis naturae*. O que farei a seguir é provocar um diálogo entre a química e a botânica no qual vigore o atrito entre a morfologia genética de tipo idealista de Goethe e essa morfologia tecnológica que se enraíza nas produções químicas nascidas no laboratório.

2 ENCHEIREISIS NATURAE EM GOETHE

É também de Cassirer a associação do conceito de manipulação da natureza ao de morfologia experimental que se estabelecia na botânica do período. Ele a introduz com uma referência a Goethe: “Trata-se agora, de exigir plena e rigorosa realidade daquele ideal da *encheiresis naturae* que Goethe rechaçava e do qual se burlava” (Cassirer, p. 195). Reconheço como hipótese a ser explorada que a morfologia de Goethe é um ponto de resistência no fluxo de desenvolvimento de uma con-

cepção experimental de morfologia em que a observação dos fenômenos naturais dá lugar à produção artificial dos mesmos. Para tanto, é preciso perguntar a Goethe como ele percebeu e construiu tal fluxo e porque ele estava em tensão com sua maneira de pensar a natureza. Nesse diálogo, veremos a morfologia colocar a botânica e a química sob um mesmo núcleo de problemas.

A expressão *encheiresis naturae* aparece nas seguintes linhas do *Urfaust* (*Fausto zero*):

Quem quer reconhecer e descrever o que está vivo,
Tem antes de atrair o espírito para fora,
Aí terá as partes nas mãos
Mas, infelizmente, faltará ainda o vínculo espiritual.
A química chama isso de encheiresin naturae!
Faz-se burra e não sabe como.
(Goethe, 2001, p. 45)

Ela ressurge, com poucas modificações, no *Fausto I*:

Para entender algo vivo e descreve-lo
o estudante começa por libertá-lo de seu espírito
ele, então, segura todas as partes em sua mão
Exceto, infelizmente, o espírito que as reunia
O qual os químicos, sem saber que estão sendo ridículos, denominam
encheiresis naturae. (Goethe, 2014, p. 49)

Contemplando racionalmente os elementos poéticos-conceituais, vemos em curso uma análise em que as partes do vivo são obtidas pela eliminação do espírito. Esse agente vinculador ou laço espiritual que confere individualidade e totalidade é concebido pela química como uma força associada a um processo de manipulação que, como veremos, está tecnicamente à disposição do químico. Mas a química burra e os ridículos químicos pensam que podem refazer a síntese e chegar a reconhecer o mesmo vivo que destruiu. Como não fazem a mínima ideia do que perderam na análise, nunca saberão o que são o orgânico e o vivo.

Nesses mesmos conceitos-poemas, vejo também um núcleo de significados de manipulação como um modo químico e médico de operar da própria natureza. O médico trata dos doentes, o químico prepara remédios através de manipulações magistrais e, neste caso, a manipulação é o processo e o produto ao mesmo tempo. O químico, o médico

e a natureza compartilham os mesmos poderes manipuladores. As célebres palavras ditas por Mefistófeles a Fausto contêm um saber necessário a todos os que desejam conhecer os recônditos mistérios da natureza – como os verdadeiros filósofos e historiadores da biologia atuais. A ideia central que me interessa é a de que conhecer o que é vivo pela via analítica da química destrói o vínculo espiritual responsável pela identidade e pela unidade do corpo orgânico, deixando ao investigador apenas partes sem vida que nada revelam acerca do segredo de sua união. *Encheiresis naturae* é, em primeiro lugar, o nome do laço espiritual energético responsável pela unidade orgânica dos corpos, laço que, na crítica goetheana, a química desconhece inteiramente. Em uma nota acrescentada à linha do poema na qual aparece a referida expressão, Zerffi cita uma carta de Goethe de 1832 a Heinrich Wilhelm Ferdinand Wackenroder (1798-1854), célebre químico da época, que esclarece bem a posição de Goethe:

Apesar de estar de acordo em conceder à natureza seu segredo ενχειρησις (lit. manuseio, tratamento, – aqui, obviamente, seu “poder produtor”) por meio do qual ela traz à luz e amadurece a vida e, apesar de que, sem misticismo, devemos, no final, reconhecer [a existência de] um algo incompreensível – ainda assim, o homem não pode seriamente desistir de sua tentativa de buscar compreender este algo, até que se encontre obrigado a aceitá-lo como é, e confessar a si próprio que foi vencido. (Goethe, 1859, p. 99)

Para Zerffi, Goethe diz que, apesar do avançado poder da química em investigar a natureza analiticamente, ela deveria conduzir à conclusão de que há um segredo ou princípio inescrutável operando na natureza e sobre o qual pouco se pode conhecer nas pedras, fluidos, plantas ou animais (1859, p. 100). À luz dessas considerações, o conceito de manipulação da natureza é uma força ou poder produtivo que, apesar de ser racionalmente postulado como natural, não pode ser compreendido pela investigação química – ou, especulo, por qualquer investigação analítica que corrompa os corpos com a violência da química. Assim, proponho que o conceito de manipulação da natureza aplica-se, em seu primeiro e original sentido, à combinação de uma força ativa substancial com um processo operacional de manufatura da própria natureza. Esse caráter operativo manipulador envolve a química em um novo conceitual em que a produção de formas naturais se torna

um ideal da investigação científica. Nesse envolvimento, revela-se, então, outro significado de *encheiresis naturae*: o de manipulação da própria natureza pelo químico, ou seja, uma manipulação artificial. A partir daqui meu estudo vai na direção mais específica de compreender o que é exatamente essa química manipulativa na qual está implicado o *drama* da interação entre as mãos do artista ou do químico e a mão da natureza. Trata-se de compreender intimamente o que Goethe quer dizer ao falar da irresistível tentativa humana de conhecer o segredo manipulativo da natureza que, para ele, está fadada ao fracasso. Para tanto, passarei a examinar alguns conceitos que aparecem na obra de Spielmann, professor de química de Goethe.

3 *ENCHEIREISIS NATURAE* EM SPIELMANN

Passarei a tratar mais especificamente do conceito de *encheiresis naturae* presente nos *Institutos de química* (1763) do boticário, químico e médico Jacob R. Spielmann (1722-1783). De fato, o conceito parece-me organizar e unificar de modo claro parte significativa da inteligibilidade que a obra pretende oferecer para os fenômenos químicos sobre os quais se debruça. O trecho onde isto está afirmado de modo mais explícito é:

A natureza emprega diferentes meios na união que ela realiza dos corpos, cujo conhecimento e imitação não podemos alcançar. Assim, não é preciso imaginar que, ao procuramos reunir os princípios que havíamos retirado separadamente de um corpo, perdemos algum de seus princípios, mesmo que não possamos devolvê-lo a seu estado primitivo. (Spielmann, 1770a, p. 16)

Encheiresis é o conjunto de meios que a natureza emprega na produção dos corpos que, como eu já disse, articula o processo e a força manipulativos naturais. No interior da crítica goetheana, a prova do fracasso da química está em não conseguir restituir o corpo a seu estado original. Mas é justamente isso que, de modo surpreendente para mim, Spielmann parece não considerar problemático, já que, mesmo na hipótese de não ocorrer a restituição do corpo a seu estado original, não significa que algo tenha se perdido na análise. Para o autor, o que importa mais é obter os princípios constitutivos dos corpos em seu estado o mais puro possível, de modo a criar as condições iniciais para

que o químico realize as manipulações geradoras das coisas que são de seu interessam pessoal.

Na breve teoria química que Spielmann expõe em seu tratado, o caráter operatório tecnológico apresenta-se organizando praticamente todas as definições. Assim, já o conceito mais básico de princípio químico é determinado como “produto da decomposição dos corpos” (Spielmann, 1770a, p. 13), caracterizando uma definição de tipo instrumental. Segue-se daí uma hierarquia de conceitos que estabelece níveis de complexidade corporal a partir da composição dos princípios: os elementos, os mistos, os compostos e os compostos de compostos em pelo menos dois graus de reunião (*ibid.*, pp. 14-15). Outra distinção, de caráter mais funcional, é a que se dá entre *eductos* e *productos*. Eductos são os princípios que, no processo de decomposição, não têm suas propriedades alteradas. São, segundo Spielman, as substâncias “que aparecem sob a mesma forma de composição que eles tinham quando eram partes constituintes do corpo dos quais foram separados” (*ibid.*, p. 16). O autor também diz que entre os edutos encontram-se “as substâncias que sabemos [...] não poderem jamais serem formadas pela arte” (*ibid.*, p. 19), ou seja, – retenhamos esse ponto – a química não pode sintetizar edutos, obtendo-os apenas por análise. Já os produtos são substâncias obtidas no processo de decomposição, mas que não se encontravam na constituição original do corpo (*ibid.*, p. 17). Duas são as causas da produção dessas novas substâncias: elas resultam de combinações nascidas durante o processo de decomposições ou, o que para mim é mais importante, resultam de mudanças sofridas pelas substâncias (*ibid.*, p. 17). Assim, entendo que os produtos são podem surgir de transformações na própria qualidade interna das substâncias. Com o fim de estabelecer as devidas analogias que proporei entre química e botânica, conceberei tal transformação substancial interna como uma *metamorfose química*. Com isso, posso interpretar a interação entre os processos de educação e de produção como a expressão tecnológica e experimental do conflito entre as manipulações químicas naturais e artificiais.

Mesmo orientada tecnicamente, a química de Spielmann apresenta-se comprometida com o conhecimento teórico da natureza, o que pode ser visto em especial na seguinte afirmação:

[...] é evidente que podemos determinar a natureza de um corpo a partir dos princípios separados que dele extraímos, uma vez que sua natureza depende totalmente de sua composição. Tentar outra via para chegar ao conhecimento dos princípios internos dos corpos, dos quais nascem as qualidades próprias a cada um deles, é correr os riscos da incerteza e do erro. (Spielmann, 1770a, p. 16)

A composição e a natureza dos corpos estão intimamente ligadas, de modo que não há problema algum em conhecê-la analiticamente. O problema está em identificar quais são as operações naturais específicas envolvidas na produção de cada tipo de corpo específico. Porém, se dispuséssemos dos edutos corretos e da força capaz de uni-los, poderíamos, em princípio, imitar a natureza. No sentido oposto, seria um grande erro, diz Spielmann, “concluir sobre a natureza dos corpos a partir de seus produtos” (1770a, p. 18). A recriação artificial de um corpo natural serviria como prova do conhecimento de seus segredos íntimos. Spielmann concebe essa força como sendo interna aos princípios e substâncias que compõem os corpos e a identifica às *atrações* a pequenas distâncias, às *afinidades* e às *relações* químicas. Mas ele reconhece que, apesar de sua existência ter sido comprovada pela física, não conhecemos o modo de operação dessa força interna (*ibid.*, p. 22). Podemos ver aqui novamente aquela caracterização que Goethe fez do químico em sua vã tentativa de manipular a força que faz renascer os corpos tal como foram originalmente criados. Mas, retomando a questão acima formulada, o que torna a busca pelo conhecimento do poder manipulativo na natureza tão irresistível? (Esta é a questão). Se tomarmos um corpo natural e o manipularmos de modo a extrair-lhes os edutos, ou seja, seus princípios puros e inalterados e, a seguir, os reunirmos de modo a recriar o mesmo corpo natural, teríamos uma realização científica e filosófica sem precedentes, mas não teríamos produzido nada de novo sob o Sol. Em termos tecnológicos, nenhuma inovação seria obtida dessa façanha científica espetacular. Creio que, dentro do contexto conceitual em análise, o motor que impulsionou a química é, essencialmente, a criação de produtos que exibam novas propriedades, de modo que a impotência do homem em imitar a natureza é compensada pela potência, em princípio infinita, de fabricação artificial de novos produtos. Se pensarmos nas realizações da química industrial, isso pode soar um tanto óbvio. Porém, o que estou afirmando é a existência de um valor tecnológico que permeia e sustenta uma série

de atividades investigativas nas quais as dimensões teóricas e utilitárias aparecem relacionadas em diversos graus. Ao expor minhas conclusões finais, sugeri a presença desse valor naquele âmbito da botânica em que Cassirer identificou a passagem da morfologia idealista para a morfologia experimental.

Como vimos, Spielmann entende que a força natural de união dos corpos está internamente alojada nos princípios que lhes são constitutivos. Em termos técnicos e operacionais, isso significa que tal força não é gerada no processo de união, mas lhe é *preexistente*. De fato, M. Cadet, tradutor das *Instituições químicas*, afirma que poderia ter traduzido o termo latino *educta* pelo francês *préexistans* (Spielmann, 1770a, p. 15, nota*), o que reforça o caráter substancial interno da química de Spielmann. Ele próprio dirá, como citarei a seguir, que as forças de afinidades são preestabelecidas. Isso é muito importante para a interpretação que tento construir, pois mostra claramente que no conceito de força de união há um caráter substancial que se contrapõe a um caráter relacional. No primeiro caso, uma configuração ou ordem original dos corpos naturais é gerada por forças internas associadas a qualidades fixas, de modo que a força precede a operação ou o processo. No segundo caso, a força nasce da operação de combinação dos princípios e dos elementos de diferentes maneiras. Assim, a substancialidade é mais um efeito do ato de “aproximação” dos elementos corporais, gerado externamente de modo relacional. Penso que, considerando o espírito geral que anima o texto de Spielmann, essa contraposição reflete-se diretamente na tensão original entre os poderes manipulativos da natureza e da química. As operações naturais não fazem sentido sem a existência de essenciais básicas por traz do conjunto das metamorfoses também naturais. O químico quer contar com tais essências, mas, uma vez obtidas, as operações artificiais que sob eles cairão, sustentadas pelo valor tecnológico da química, tenderá a superar esse vínculo essencial em prol de uma concepção mais relacional das unidades químicas. O que farei a seguir é examinar um tipo específico de operação artificial em que essa tensão se manifesta com clareza.

A partir do que acabo de expor, pode-se prever que na química de Spielmann é essencial discriminar quando as operações de decomposição nos fornecem edutos ou produtos. O autor diz, por exemplo, que devemos suspeitar das decomposições realizadas pelo fogo, pois sua

ação violenta pode alterar a natureza do princípio constitutivo. Há operações, como as fermentações, que sempre geram produtos através de novas combinações (Spielmann, 1770b, p. 226). Temos, por exemplo, a fermentação acética “que converte o vinho em vinagre” e a fermentação pútrida, que “metamorfoseia os fluidos a ponto de, a partir deles, dar nascimento a um sal volátil” (*ibid.*, p. 228). Mais abaixo voltarei à fermentação, destacando este poder transformador que anteriormente designei como metamorfose química. Dado o esquema teórico substancialista adotado por Spielmann, a habilidade na obtenção de edutos consiste em saber manipular as diferenças essenciais de afinidade exibidas naturalmente pelas várias unidades químicas. O autor nos ensina a esse respeito que

Esta força inerente aos corpos, que faz com que eles se aproximem rapidamente pelas suas partes, é neles preestabelecida, de modo que é nula entre alguns, muito forte em outros e medíocre relativamente a alguns outros que abandonam sua primeira união para preferencialmente formar uma segunda. (Spielmann, 1770a, p. 23)

Assim, um corpo formado pela união de substâncias com afinidade fraca não se manterá quando posto em presença de outra substância cuja força de afinidade é mais intensa. Tais forças naturais podem ser utilizadas tecnologicamente para isolar o que, em linguagem farmacêutica atual, seria o princípio ativo da substância, aquele que concentra a força em grau elevadíssimo. Operacionalmente, isso significa conhecer quais são as combinações artificiais de corpos que forcem a separação dos princípios ativos sem desnaturá-los ou enfraquecê-los. É por meio de uma manipulação chamada apropriação que tais combinações são obtidas com precisão. Tomarei tal procedimento experimental como um caso exemplar de manipulação ou *encheiresis* artificial da natureza. Ele será objeto de discussão no próximo bloco de minha exposição.

4 HENCKEL E A APROPRIAÇÃO QUÍMICA DAS SUBSTÂNCIAS

Uma forma comum de obter a separação dos princípios constituintes dos corpos sem recorrer à ação desnaturante do fogo consiste em dissolvê-los em uma substância líquida que a química dá o nome de *menstruo*. A ideia é expor o corpo que contém os constituintes que

interessam para o químico, mas que se encontram fortemente ligados entre si, à uma substância que apresente uma afinidade ainda maior com tais constituintes. Segundo Spilmann, “a dissolução depende da afinidade que se encontra entre o menstruo e o corpo dissolvido”, mas, com base no extenso conhecimento experimental do autor, afirma também que o corpo dissolvido “deve, de alguma maneira, participar” do menstruo (*ibid.*, 1770a, p. 105). Pode acontecer que os edutos que desejamos obter estejam tão intimamente ligados entre si que o corpo resiste a qualquer forma de dissolução, ou, pelo menos aquelas conhecidas pela química. Neste caso, Spielmann sugere o artifício de uni-las a outro corpo que possuiria grande afinidade com o menstruo. O autor diz que, “Por essa união elas tornam-se, então, suscetíveis de dissolução. Henckel chamou esta manipulação de apropriação da qual fez um tratado” (*ibid.*, p. 106). Tal obra chama-se *Tratado da apropriação ou da disposição e da preparação que conferimos aos corpos*, de 1760, escrito pelo químico e mineralogista alemão Joham Friedrich Henckel (1678-1744). Passando ao exame dessa obra, pretendo mostrar como o ideal ou valor tecnológico da *encheiresis* artificial nela está presente de modo ainda mais marcando do que em Spielmann.

Começemos por uma comparação que o autor faz entre o que podemos chamar de espírito contemplativo de sistema e espírito técnico de ação. O primeiro encontra-se naqueles que são muito especulativos e que acham tudo impossível quando se busca conhecer o segredo da natureza. Já o segundo, anima os homens nos quais a busca de tal segredo

[...] leva-os a tudo tentar, a nada negar antes que se realizem reiteradas e suficientes experiências e a nada abandonar antes que se tenha feito tudo o que era possível para chegar ao objetivo que se propuseram. (Henckel, 1760, p. 352)

Pode-se ver aqui, mesmo como pequenos traços, a configuração de matrizes de valores não-cognitivos que, até nossos dias, alimentarão e justificarão a tenacidade, a ousadia e a coragem de assumir riscos do investigador das chamadas tecnociências. Para ele, nada pode ser considerado impossível antes de conduzir a manipulação da natureza até limites técnicos que, também em princípio, podem ser superados. Noutra direção interpretativa, o espírito de sistema estaria represen-

tado por uma ciência descritiva e taxonômica que cria, distante da materialidade dos corpos, sistemas de classes naturais por meios lógicos, especulativos e contemplativos, criando barreiras *a priori* entre as categorias de seres que o espírito tecnológico do químico deverá romper. A operação de apropriação aparece como valioso instrumento para tal finalidade.

O problema tecnológico que a apropriação visa superar é o seguinte:

A análise, ou a resolução dos corpos em suas partes, e a síntese, ou seja, a combinação desses mesmos corpos, são os dois objetos principais de todos os trabalhos e de todas as pesquisas da química. Mas, essas duas operações estão sujeitas a grandes dificuldades. Na primeira, é preciso tomar cuidado para que os corpos não sejam desfigurados, para que não se rompa ou destrua o todo que elas formam, pois, daí, bem longe de desdobrar essas partes, dispondo-as a se separarem, sem confusão, umas das outras, nós as trituramos e as confundimos de tal modo que, frequentemente, obtemos novas produções e, às vezes, até mesmo produções monstruosas. (Henckel, 1760, p. 287)

Para que a síntese produza precisamente aquilo que o químico deseja, não poderão ocorrer novas produções no momento da análise, ou seja, as quimiossínteses devem ser controladas de modo a eliminar as novas produções indesejadas. Conforme explica Henckel,

Frequentemente a natureza apresenta-nos as matérias que nós desejamos unir dispostas de tal modo que não nos resta senão livrá-las do que poderia nos embarçar em nossas operações ou a elas acrescentar o que falta para responder inteiramente aos nossos objetivos. (Henckel, 1760, p. 288)

Sendo assim, quanto mais intimamente ligados estão os constituintes dos corpos sob manipulação, mais forte deverá ser o agente que deles se apropriaria e, assim, maiores serão os riscos de deformá-los. A apropriação apresenta-se então como o tipo de manipulação potente e “cirúrgica” ao mesmo tempo. Diz-nos Henckel:

Eu entendo pelo nome de apropriação a disposição e a preparação que conferimos aos corpos que queremos unir, disposição e preparação sem as quais esses corpos dificilmente se uniriam e mesmo, com frequência, não se uniriam de modo algum. (Henckel, 1760, p. 288)

Antes de examinar exemplos concretos do processo, notemos que sua lógica é bem simples. Uma síntese controlada é possível quando criamos as condições iniciais apropriadas para a sua realização ou, em outros termos, quando podemos dispor das substâncias iniciais de uma maneira tal que a síntese seja praticamente uma consequência “natural” de uma disposição artificialmente criada. Isso indica-nos que as operações químicas, e mesmo as substâncias que são por ela convertidas em instrumentos tecnológicos, caem sob a categoria dos dispositivos.

Há quatro tipos básicos de apropriação, por separação, por adição, por mudanças de forma e natural (Henckel, 1760, p. 353). A apropriação por mudança de forma é a mais radical e implica um alto grau de manipulação da natureza. Segundo Henckel, é ela que “operamos mudando a forma das substâncias que queremos unir”, o que deve ser feito no caso das substâncias em questão não se combinarem quando estão sob suas formas naturais. Esta barreira imposta pela natureza pode ser superada pela química, que impõe às substâncias a forma própria ou apropriada à combinação que o artista tem em vista (*ibid.*, p, 372). Isso acontece quando, por exemplo, os metais são submetidos à ação violenta dos sais conferindo-lhes alterações que os tornam mais ativos (*ibid.*, p. 374) e predispostos a combinações naturalmente muito difíceis ou impossíveis. Podemos tornar o chumbo mais apropriado e disponível se o submetermos a ação do sal comum, o que torna o metal bem mais suscetível à incineração. Fundir um metal não deve ser aqui entendido como simples mudança de estado físico, mas como uma mudança ou metamorfose química qualitativa para um estado mais potente da substância. Um último exemplo, ainda no campo dos metais, parece-me bastar para caracterizar a especificidade da apropriação. Se pudermos converter um metal que, em sua forma natural, possui as qualidades “duro e seco”, a estado de fluidez permanente, teremos criado um metal metamórfico com uma atividade ou afinidade interna potencializada que torna capaz de uniões naturalmente impossíveis ou muito raras. É o que ocorre no processo de mercurialização. Segundo Henckel, trata-se de “uma operação pela qual conferimos a um metal uma fluidez permanente e uma forma mercurial” ou seja, retomando uma expressão de Spielmann, a qualidade fluídica do mercúrio passa a participar da forma do metal naturalmente fixo. Metais mercurializados poderiam ser chamados de “transquímicos”.

Para concluir minhas considerações sobre a apropriação de modo a articulá-la ao tema mais geral da *encheiresis naturae*, voltarei àquela contraposição entre espírito especulativo e espírito tecnológico. O químico deve ser aquele que tudo faz para atingir seu objetivo, não se detendo diante das supostas barreiras impostas pela natureza. A produção desses “metais transquímicos” parece-me um bom e claro exemplo disso. Assim, é irresistível indagar sobre os limites de tais transformações ou metamorfoses. O próprio Henckel nos responde:

[...] um grande número, para não dizer a maioria dos objetos com os quais a química-física se ocupa são próprios [ou estão apropriados] para participar de alguma combinação. Não há porque nos surpreendermos com tal disposição se considerarmos a grande afinidade que se encontra entre todos os corpos sublunares; pois, tendo tudo saído de uma fonte comum, as diferenças dos reinos da natureza e dos corpos que eles compreendem são apenas o resultado de diferentes digestões, composições, deformações e adições. (Henckel, 1760, p. 383)

Vejo aqui, de modo ainda mais explícito, aquela tensão entre as concepções substancialista e relacional das unidades químicas antes identificada em Spielmann. Mesmo que encontremos nesses dois autores referências a certa delimitação qualitativa nas afinidades químicas internas dos princípios, elementos e corpos naturais – como ocorreu antes na caracterização dos edutos como preexistentes –, a descrição anterior de uma natureza cuja essência é plenamente química torna o caráter operacional da natureza anterior ao substancial internalista. A ordem que a natureza atualmente exhibe, a que a ciência classificatória divide em reinos, classes, espécie e outras categorias fixas, é apenas um estado dinâmico possível da metamorfose a que a natureza está permanentemente submetida. Assim, por princípio, não haveria limite para a intervenção tecnológica sobre a natureza. Além das combinações entre metais, é mesmo possível combinar quimicamente seres de diferentes reinos como, por exemplo, minerais e vegetais.

5 CONCLUSÃO

Concluirei meu artigo retomando o confronto entre morfologia genética e morfologia experimental apresentado por Cassirer. A chamada morfologia idealista e tipológica de Goethe está centralmente represen-

tada pelo conceito de metamorfose que o autor apresenta em sua célebre *Metamorfose das plantas*. A partir do capítulo XVIII, que se intitula “Repetição”, podemos ter uma ideia algo precisa, mesmo que incompleta, do significado desse conceito. Para Goethe,

Se observarmos uma planta enquanto exterioriza a sua força vital, veremos que isso se dá de uma dupla maneira; em primeiro lugar, através do crescimento, produzindo caules e folhas, e, depois, através da reprodução que se realiza pela estruturação da flor e do fruto. (Goethe, 1993, p. 57)

O conhecimento da ontogênese da planta, ou da fitogênese, obtido através da observação direta dos organismos em seu estado natural pode ser corretamente caracterizado como empírico, mesmo se se trata da observação da expressão exterior das potências internas das coisas. Mas, trata-se de um tipo de empirismo que o autor caracterizou como *sutil* ou *delicado*. Trata-se da utilização de uma forma de observação que, segundo Goethe, “está em íntima ligação com seu objeto, sendo mesmo transformada em uma real teoria e articula intimamente com o objeto e, deste modo, se converte na verdadeira teoria” (Goethe, 1993, p. 75). Penso que nesta modalidade de empirismo podemos postular uma continuidade entre sensível e inteligível capaz de assumir uma função metodológica legítima para o estudo científico das formas orgânicas. Isso coincide exatamente com aquele uso do conceito de desenvolvimento como máxima heurística que Cassirer afirmou estar por traz das transformações que o conceito de morfologia sofria na virada dos séculos XIX para o XX. Tal como Scheleiden pode racionalmente organizar seu trabalho experimental na forma de uma fitogênese sintética, o empirismo sutil de Goethe criou sinteticamente uma planta primordial que é, ao mesmo tempo, tipológica e genética. As metamorfoses “racionais” que esse tipo vegetal experimenta estão em continuidade com as observações sensíveis das plantas vivas, gerando uma condição metodológica única que permite, como disse Goethe, observar uma planta enquanto ela exterioriza sua força vital.

Como vimos, uma morfologia experimental já não mais organizada por tais máximas sintéticas e heurísticas, é crítica da morfologia idealista porque seus objetos de investigação seriam ontogêneses e metamorfose ideais, sem relação com os processos materiais e reais da natureza, que seriam os únicos objetos legitimamente científico. À luz do

que desenvolvi até aqui, parece-me correto entender que tais metamorfoses naturais foram e continuarão sendo capturadas pelos valores tecnológicas que vimos Goethe criticar em sua época. Metamorfose material significa, no limite, uma biossíntese artificial na qual os experimentos morfogênicos passam da seleção de instâncias de fenômenos artificialmente produzidos com o fim de conhecer a morfogênese natural para a produção de novas entidades que dissolvem a diferença entre o modelo e a coisa, entre o artefato e o objeto natural. *A encheiresis naturae* é justamente o conceito nuclear que permite pensar amplamente como tal dissolução apresenta-se na morfotecnia dos corpos vegetais e químicos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Max Rogério Vincentin, da Universidade Estadual de Maringá, pelo convite para realizar no “VIII Simpósio de Filosofia da UEM: Filosofia e Ciência” a comunicação oral que deu origem a este artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASSIRER, Ernst. *El problema del conocimiento*. v. 4. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1993.
- GOEBEL, Karl I. Eberhard von. *Organography of plants especially of the archegoniatae and spermaphyte*. Parte 1. Oxford: Clarendon Press, 1900.
- GOETHE, Johan W. von. *Fausto*. Trad. Stuart Atkins. Princeton: Princeton University Press, 2014.
- . *Fausto zero*. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.
- . *A metamorfose das plantas*. Trad. Maria F. Molder. [s. l.] Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 1993.
- . *Maxims and reflections*. Trad. Elisabeth Stopp. London: Penguin, 1998.
- . *Fausto*. Trad. Stuart Atkins. Princeton: Princeton Univ. Press, 2014.
- . *Goethe's Faust with critical and explanatory notes by G_G_Zerffi*. London: Simpkin, Marshal, 1859.
- HENCKEL, Jean-Friedrich. *Traité de l'appropriation ou disposition des substances*. Pp. 287-515, in HAENCKEL, Jean-Friedrich. *Oeuvres*. Paris: Jean Thomas Hérissant, 1760.

- RAMOS, Maurício de Carvalho. Morfologia genética em Schleiden e Grant: a célula vegetal e o animal elementar. *Revista de Filosofia: Aurora*, **25** (33): 217-237, 2013.
- SPIELMANN, Jacques-Reinbold. *Instituts de chymie*. Tome premier. Trad. M. Cadet. Paris: Vincent, Imprimeur-Libraire, 1770 (a).
- . *Instituts de chymie*. Tome seconde. Trad. M. Cadet. Paris: Vincent, Imprimeur-Libraire, 1770 (b).
- STUBBE, Hans. *History of genetics from prehistoric times to the rediscovery of Mendel's laws*. Trad. T. R. Waters. Cambridge, MA: MIT, 1972.
- VAN DER PAS, Peter. Vries, Hugo de. Vol. 14, pp. 95-105, in: GILLESPIE, Charles Coulston (org.). *Dictionary of scientific biography*. New York: Charles Scribner's Sons, 1981.
- VILCHIS, Jaime. Simbolización e historia natural en la Iberoamérica colonial. *Congreso Internacional Ciencia*. Madrid, 1993. Pp. 179-184, in: *Mundialización de la ciencia y cultura nacional: Actas del Congreso Internacional Ciencia*. Madrid: Ediciones Doce Calles/Universidad Autónoma de Madrid, 1993.

Data de submissão: 20/05/2019

Aprovado para publicação: 16/06/2019

Data de publicação: 30/06/2019

Depois de Darwin: Romanes e o papel da herança de caracteres adquiridos no processo evolutivo

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins*

Resumo. George John Romanes (1848-1894) é algumas vezes considerado o discípulo mais próximo de Charles R. Darwin (1809-1882). Após a morte de Darwin, quando a maior parte de seus seguidores tinha deixado de aceitar a herança de caracteres adquiridos, ele continuou levando em conta este princípio. O objetivo deste artigo é discutir sobre a posição de Romanes em relação à herança de caracteres adquiridos após o falecimento de Darwin, em que evidências ele se baseou e até que ponto sua visão em relação ao assunto se aproximava da visão de Darwin. Este estudo leva à conclusão de que Romanes concordava com Darwin em vários aspectos. Ele considerava a seleção natural como um importante meio de modificação das espécies, mas não o único, e a herança de caracteres adquiridos como outra possibilidade. Por exemplo, por meio da herança caracteres adquiridos era possível explicar alguns casos tais como ações reflexas no homem e animais, estruturas congênitas e instintos que não eram explicados pela seleção natural. No entanto, detectamos também algumas divergências como as relacionadas aos efeitos do uso e desuso de órgãos ou partes. Nesse caso, Romanes concordava com a explicação dada por August Weismann (1834-1914).

Palavras-chave: história da evolução; transmissão de caracteres adquiridos; Darwin, Charles Robert; Romanes, George John; século XIX

After Darwin: Romanes and the role of inheritance of acquired characteristics in the evolutionary process

Abstract: George John Romanes (1848-1894) is sometimes considered the closest Darwin's disciple. After Darwin's death, he kept considering the inheritance of acquired characteristics, at a time when most of Darwin's followers had abandoned it. This paper aims to discuss Romanes's position towards

* Lilian Al-Chueyr Pereira Martins. Departamento de Biologia, FFCLRP, USP. Av. Bandeirantes, 3900, CEP: 14040-901, Ribeirão Preto, SP. E-mail: lacpm@ffclrp.usp.br

the transmission of acquired characteristics after Darwin passed away, which evidence he was based on and to what extent his view on the subject approached Darwin's view. This study leads to the conclusion that Romanes agreed with Darwin in several respects. He considered natural selection as an important means of species modification, but not the exclusive one, and that the inheritance of acquired characters was another possibility. For example, through inheritance of acquired characters, it was possible to explain some cases of the reflex action in man and animals, congenital structures and instincts that were not explained by natural selection. However, we also detected some divergences such as the inheritance of the effects of use and disuse of organs or parts. In this case, Romanes preferred August Weismann's explanation.

Key-words: history of evolution; transmission of acquired characteristics; Darwin, Charles Robert; Romanes, George John; 19th century

1 INTRODUÇÃO

George John Romanes (1848-1894), apontado como o discípulo mais próximo de Charles Darwin (1809-1882), procurou ampliar a teoria¹ de seu mestre, tendo se dedicado ao teste da hipótese da pangênese entre 1873 e 1880 (Martins, R., 2006, p. 212). Essa hipótese procurava explicar os vários tipos de herança, principalmente, a herança de caracteres adquiridos, um dos meios de modificação das espécies sugerido por Darwin.

No período que se seguiu à morte de Darwin, os membros de seu círculo começaram a manifestar suas divergências em relação à proposta original de seu antigo líder. Nessa época, eles se envolveram em discussões públicas em periódicos científicos, ou mesmo, escreveram livros em que apresentavam o que deveria, a seu ver, ser considerado como sendo o verdadeiro darwinismo. Este foi o caso de Alfred Russel Wallace (1823-1913) em *Darwinism* (1889) e Romanes em *Darwin and*

¹ Para Darwin, era importante mostrar por meio de uma explicação natural, que havia uma continuidade em relação à inteligência desde os animais inferiores até o homem, (Lesch, 1970, p. 518), ao contrário do que pensava Wallace após ter aderido ao espiritualismo. No entanto, ele não chegou a se dedicar a este aspecto em sua teoria, mas sugeriu que Romanes o fizesse (Martins, R., 2006, p. 217), o que efetivamente ocorreu. De acordo com Peter Bowler, em diversas obras em que tratou do assunto, Romanes propôs uma teoria em que, com a atividade social, emergia a linguagem, e esta última seria a *vera causa* do progresso mental (Bowler, 1989, p. 236).

after Darwin: Post Darwinian questions em três volumes (publicados respectivamente em 1892, 1895 e 1897)². Ambos estavam preocupados em mostrar que sua própria visão era a que mais se aproximava da proposta de Darwin.

Wallace, por exemplo, na fase madura de sua obra, atribuía um importante papel à seleção natural no processo evolutivo, considerando que ela explicava, inclusive, alguns casos em que Darwin recorria a outros meios de modificação tais como, a seleção sexual ou a herança de caracteres adquiridos (Carmo, Bizzo & Martins, 2009). Já August Friedrich Leopold Weismann (1834-1914), logo após a morte de Darwin, considerava que a seleção natural explicava tudo em relação ao processo evolutivo, mesmo a criação de uma espécie, excluindo a herança de caracteres adquiridos (Weismann, 1883, [1889]; Martins, 2003, p. 54; Martins, 2015, p. 58). Wallace (1890, p. 440) também manifestou a sua aceitação da teoria do plasma germinativo de Weismann e consequente negação da transmissão de caracteres adquiridos. Porém, Romanes, “um importante darwinista e estudante cuidadoso da posição de Weismann, se recusou a abandonar o lamarckismo³” (Bowler, 1992, p. 42).

O objetivo deste artigo é discutir sobre a posição adotada por Romanes em relação à herança de caracteres adquiridos após a morte de Darwin, em que evidências se baseou e até que ponto sua visão sobre o assunto se aproximava da visão de Darwin.

² Os três volumes dessa obra foram publicados com base em palestras ministradas por Romanes na Universidade de Edinburgh e na *Royal Institution* em Londres, entre 1889 e 1890. Os dois últimos volumes foram publicados postumamente. O presente artigo concentrou-se no segundo volume em que Romanes (1895) dedicou bastante espaço para discutir a herança de caracteres adquiridos.

³ O termo “lamarckismo” é frequentemente utilizado como sinônimo de transmissão ou herança de caracteres adquiridos. Geralmente é considerado como sendo uma ideia original de Lamarck, o que não procede. A concepção existia desde a Antiguidade e era amplamente aceita na época de Lamarck e na época de Darwin. Vale a pena conhecer mais detalhes sobre a introdução e utilização dessa denominação. Uma discussão sobre o assunto aparece em resenha publicada no *Boletim de História e Filosofia da Biologia* (Prestes, 2017). Darwin e Weismann se referiam à transmissão de caracteres adquiridos. No entanto, como veremos neste artigo, a terminologia empregada por Romanes variava. Em alguns momentos ele utilizava “fatores lamarckianos”, em outros momentos, “herança de caracteres adquiridos”.

2 A POSIÇÃO DE ROMANES

Após o falecimento de Darwin, Romanes procurou mostrar que a herança de caracteres adquiridos desempenhava um papel importante na teoria de Darwin, principalmente na hipótese da pangênese⁴. Comentou que, apesar disso, esse princípio, na época, chegava mesmo a ser considerado “anti-darwiniano” por alguns evolucionistas (Romanes, 1895, pp. 10-11). Ao mesmo tempo, chamou a atenção para o fato de que nem Weismann, nem Wallace ou mesmo seus seguidores o aceitavam, distanciando-se assim da proposta de Darwin. Em suas palavras:

Em primeiro lugar, no que diz respeito meramente à acurácia histórica, me parece indesejável que naturalistas se empenhem em esconder algumas partes dos ensinamentos de Darwin tornando outras proeminentes [...] como é feito, de um modo geral, para parecer que os ensinamentos de Darwin não diferem muito em aspectos importantes daqueles de Wallace e Weismann. (Romanes, 1895, pp. 8-9)

Esclareceu que, embora a herança de caracteres adquiridos (ou “fatores lamarckianos”, como por vezes se referia) explicasse alguns casos, havia muitos casos no processo evolutivo, como o mimetismo e cores de proteção, que eram explicados somente pela seleção natural (Romanes, 1895, p. 14). Nesse sentido, expressou sua concordância com a teoria de Darwin.

Em relação ao que chamou de “Escola neo-Lamarckiana”⁵, Romanes mencionou que os naturalistas que a integravam, e cujos pensamentos diferiam bastante entre si, davam mais importância à herança de caracteres adquiridos do que o próprio Darwin. Além disso, dirigiu críticas ao pensamento de alguns deles. Por exemplo, a seu ver, apesar das propostas de Edward Drinker Cope (1840-1897) e, George Henslow (1835-1925) primarem por sua “erudição artística”, não faziam dis-

⁴ É importante destacar que Romanes se referia muitas vezes à herança de caracteres adquiridos como “princípio lamarckiano” (Ver, por exemplo, Romanes, 1895, vol. 2, p. 11).

⁵ Romanes se referiu a Giard, Perrier, Eimer, na Europa; Cope, Osborn, Packard, Hyatt, Brooks, Ryder, Dall, nos Estados Unidos (Romanes, 1895, pp. 14-15).

tinção entre meras afirmações e as explicações reais dos fatos (Romanes, 1895, p. 16). Particularmente, em relação a Cope⁶, ele comentou:

O mais extremo deles foi o Professor Cope, cuja coleção de ensaios intitulada *The Origin of the Fittest*, assim como sua mais recente elaborada monografia *The Development of the Hard Parts of the Mammalia*, representa o que parece mesmo para outros membros ser a “lei da aceleração e retardação”. Em todos esses casos, em meu entendimento, as chamadas explicações não são de fato explicações; mas somente um modo diferente de apresentar os fatos, ou melhor, a apresentação de proposições mais ou menos sem sentido. Quando se diz que a evolução de um dado tipo se deve à “aceleração da força do desenvolvimento”⁷ relacionada a algumas estruturas e à “retardação da força de desenvolvimento” relacionada a outras, parece evidente que não se tem uma explicação real em termos de casualidade; tem-se apenas a forma de uma explicação real em termos de proposição. Tudo o que foi feito foi expressar o fato da evolução em um fraseado obscuro. (Romanes, 1895, pp. 15-16)

Romanes confessou ter tido dúvidas sobre os “fatores lamarckianos” na década de 1870. Foi justamente nessa época que, a pedido de Darwin, ele fez vários experimentos para testar a hipótese da pangênese. Ele comentou:

Eu próprio fui levado a duvidar dos fatores lamarckianos na década de 1870 por ter encontrado uma razão para questionar a principal evidência que Darwin tinha apresentado. Essa dúvida cresceu após a leitura da *Theory of Heredity* de Galton. (Romanes, 1895, vol. 2, p. 40)

Entre as teorias do plasma germinativo de Weismann e a teoria das estirpes de Galton, Romanes preferia a última por não excluir completamente a herança de caracteres adquiridos e ser uma teoria sobre he-

⁶ Cope havia encontrado em suas investigações numerosos casos de caracteres não adaptativos na natureza, principalmente no registro fóssil. A seu ver, esses casos não eram explicados pela seleção natural, mas por uma força de desenvolvimento que podia tanto alterar como retardar o desenvolvimento. Ele chamou essa força de “força de desenvolvimento” (*growth force*) ou *bathmism* (Cope, 1887, p. vii).

⁷ Conforme esta lei, a evolução progredia por uma série de adições súbitas ao crescimento do indivíduo. Em determinados pontos no tempo, cada indivíduo de uma espécie começava a apresentar uma nova fase de desenvolvimento. Esta era passada para todos, constituindo uma nova espécie (Bowler, 1989, p. 261).

reditariedade apenas, ao contrário da proposta por Weismann que também incluía aspectos evolutivos (Romanes, 1895, vol. 2, p. 42; Weismann, 1904; Martins, 2003).

Se a modificação das espécies durante o processo evolutivo fosse atribuída a somente à seleção natural como defendia Weismann, todas as mudanças seriam necessariamente adaptativas, quer isso fosse perceptível ou não. Discordando do posicionamento de Weismann, Romanes afirmou:

No presente somos muito ignorantes em relação às causas da evolução orgânica para permitir um dogmatismo desse tipo; e se a questão diz respeito a uma resposta da autoridade, parece que tanto em número como em peso, as opiniões da parte de manter os fatores lamarckianos merecem mais respeito que as contrárias. (Romanes, 1895, p. 58)

3 EVIDÊNCIAS DA HERANÇA DE CARACTERES ADQUIRIDOS

De acordo com Peter Bowler (1992, p. 31), Romanes considerava que a teoria de Darwin explicava a origem das adaptações (pela evolução linear), mas não a origem das espécies (pela divergência). Nesse sentido, ele procurou apresentar evidências⁸ de casos que não podiam ser explicados pela seleção natural, mas que poderiam sê-lo pela herança de caracteres adquiridos.

Em relação às evidências indiretas, inicialmente, Romanes se referiu ao caso de estruturas congênitas ou instintos que, embora fossem inquestionavelmente adaptativos, a adaptação era tão pouca que dificilmente teria contribuído na luta pela existência. Ele explicou:

Tais estruturas ou instintos deveriam não somente ter apresentado um valor adaptativo, mas este teria que ser suficientemente grande para atingir o que chamei, em outro lugar, de valor seletivo. Uma vez que nós nos deparamos na natureza com estruturas adaptativas ou instintos com pouco valor adaptativo, sendo difícil conceber que tivessem

⁸ Ele dividiu as evidências em três tipos: indiretas, diretas e experimentais.

tido alguma influência na luta pela vida, esses casos podem ser considerados como favoráveis à teoria lamarckiana⁹ (Romanes, 1895, p. 62)

No registro fóssil ou no início da formação de uma nova espécie, podiam ser encontrados exemplos de adaptações que no momento de seu surgimento apresentavam um grau adaptativo mínimo, não podendo ser de alguma utilidade para a sobrevivência do mais apto na luta pela existência (Romanes, 1895, p. 63). Assim, para Romanes, esses casos também não podiam ser explicados pela seleção natural, mas poderiam sê-lo pela transmissão de caracteres adquiridos. Do mesmo modo, a melhor explicação para a ação reflexa estaria na herança de caracteres adquiridos pelo uso, pois:

A essência dessa teoria é a doutrina que é constantemente associada com o uso das mesmas partes para a realização da mesma ação que irá organizar essas partes em um mecanismo reflexo, não importando o grau de coadaptação ou a sua utilidade. (Romanes, 1895, pp. 74-75)

Como as ações reflexas no homem ou em outros animais eram desprovidas de valor adaptativo ou seletivo, não podiam ser atribuídas à seleção natural, mas podiam ser explicadas pela herança de caracteres adquiridos. Por exemplo, o fato de alguns cachorros domesticados que após terem suas partes laterais ou outras partes do corpo gentilmente esfregadas, fazerem movimentos do mesmo lado em que foram estimulados (Romanes, 1895, pp. 81-82). Nesse sentido, Romanes e Darwin estavam de acordo.

4 ROMANES E OS INSTINTOS

Para Romanes, nem todos os instintos¹⁰ seriam hábitos herdados como como admitia Samuel Butler (1835-1902), por exemplo. A seu

⁹ O que será que Romanes entendia por “teoria lamarckiana”? Sem dúvida, não eram as propostas dos neo-lamarckistas, já que ele não as via como uniformes e até as criticava. Também não seria a proposta de Lamarck como um todo. Provavelmente, ele estava se referindo à herança ou transmissão de caracteres adquiridos,

¹⁰ Para Romanes havia dois modos de origem dos instintos. O primeiro (instintos primários), seria pela seleção natural ou sobrevivência do mais apto e o segundo, (instintos secundários), seria pelos efeitos do hábito em sucessivas gerações. Os hábitos não inteligentes podiam variar e essas variações podiam ser herdadas (Romanes, 1888, p. 188).

ver, a maior parte deles podia ser explicada pela seleção natural, por meio do acúmulo de pequenas modificações que fossem vantajosas. Isso se aplicava ao caso das cores de proteção, preferência por locais conhecidos ou adoção de atitude de imitação de objetos encontrados nas imediações de onde viviam os animais (Romanes, 1895, p. 87).

Porém, havia casos em que ele, de modo análogo a Darwin, atribuía a origem dos instintos aos ajustes inteligentes que haviam ocorrido nos ancestrais de alguns animais. Por exemplo, o hábito de alguns carnívoros cobrirem com terra os excrementos e o uivar dos lobos diante da lua. Esses hábitos não tinham utilidade. Portanto, não podiam ser explicados pela sobrevivência do mais apto. Eles teriam sido adquiridos pelos animais de vários modos e perpetuados porque não foram suficientemente deletérios para serem eliminados pela seleção natural (Romanes, 1895, pp. 88-89).

No entanto, em relação ao homem, instintos estéticos, morais e religiosos podiam ser explicados pela herança de caracteres adquiridos pelo uso. Emoções relacionadas ao belo e sublime seriam instintos herdados que não tinham qualquer relação com a preservação da vida. Por outro lado, embora Weismann tivesse apresentado evidências de que alguns instintos fossem produto da seleção natural, isso não excluía a possibilidade de que a herança de caracteres adquiridos tivesse operado no início de sua formação (Romanes, 1895, vol. 2, p. 89).

De acordo com Peter Bowler, Romanes era simpático ao enfoque adotado por Herbert Spencer (1820-1903) de que os instintos fossem produzidos quando os hábitos apreendidos ficassem tão enraizados a ponto de se tornarem hereditários (Bowler, 1990, p. 193).

5 EFEITOS DO USO E DESUSO

Ao discutir sobre a herança de características adquiridas pelo uso e desuso¹¹, Romanes se referiu a alguns experimentos que tinham sido feitos por Darwin. Por exemplo, o experimento em que ele comparou os esqueletos de diferentes raças de patos domésticos e selvagens, em relação às dimensões e peso dos ossos. Darwin ([1872], 1952, pp. 10-11) observara que no caso do pato doméstico, os ossos das pernas eram

¹¹ As evidências apresentadas nesta seção eram consideradas por Romanes como sendo indiretas.

proporcionalmente mais pesados do que os ossos das asas, ao contrário dos patos selvagens em que os ossos das asas eram proporcionalmente mais pesados que os ossos das pernas. Ele atribuiu esses resultados ao maior uso das pernas e menor uso das asas no caso dos patos domésticos em relação aos selvagens.

A posição de Romanes era que as evidências obtidas nesse e em outros experimentos do mesmo tipo, feitos por Darwin, eram menos importantes do que Darwin supusera. Além disso, que não valia a pena prosseguir nessa linha de investigação. Em suas palavras:

Entretanto, em minha opinião, há [...] poucas dúvidas de que, por si só, [esses experimentos] têm muito menos peso do que Darwin supôs. Certamente, estou de acordo com Weismann de que essa linha de evidência praticamente não vale a pena. (Romanes, 1895, p. 95)

Também nesse caso, ele estava de acordo com a explicação da panmixia oferecida por Weismann segundo a qual, a cessação rígida da seleção de asas bem desenvolvidas em descendentes de patos selvagens em processo de domesticação, levava, no decorrer de muitas gerações, à deterioração dos órgãos responsáveis pelo vôo (Romanes, 1895, p. 98). Romanes explicou:

O que Darwin via como herança dos efeitos do uso e desuso pode se dever à cessação da seleção no caso de animais domésticos, combinada com uma completa “inversão” da seleção no caso das espécies na natureza. (Romanes, 1895, p. 101)

6 EVIDÊNCIAS EXPERIMENTAIS DA HERANÇA DE CARACTERES ADQUIRIDOS

Romanes atribuía bastante peso às evidências experimentais. Nesse sentido, preocupou-se em desenvolver experimentos para testar suas hipóteses ou teorias. Isso ocorreu desde o início de sua carreira quando estudou a fisiologia das medusas sob a supervisão de Michael Foster (1826-1907), até seu final, quando concebeu sua teoria da seleção fisiológica¹² (Romanes, E. 1896; Martins, R., 2006). Em relação à herança

¹² A teoria da seleção fisiológica de Romanes (1882) admitia que espécies próximas poderiam ter se originado ou por isolamento geográfico ou pela esterilidade mútua (o

de caracteres adquiridos, sua posição não foi diferente. Nesse sentido, ele comentou:

Embora, até agora, nenhum experimento em relação à herança de caracteres adquiridos tenha sido publicado, existem várias pesquisas cujos objetivos eram diferentes que, acidentalmente, trouxeram evidências dessa transmissão. (Romanes, 1895, p. 104)

Como Darwin (1868), no seu *The variation of animals and plants under domestication*, Romanes atribuiu bastante importância aos experimentos de Charles Édouard Brown-Séquard¹³ (1817-1894) sobre a transmissão da epilepsia e algumas malformações a descendentes de porquinhos-da-Índia que, acidentalmente, haviam sofrido lesões em sua medula espinhal ou nervo ciático.

Romanes discutiu detalhadamente os resultados dos experimentos feitos durante três décadas por Brown-Séquard. Além disso, mencionou outros experimentos como, por exemplo, os experimentos de Luciani com cachorros. Esses indicavam que a condição epiléptica podia ser produzida pela lesão na substância cortical dos hemisférios cerebrais e transmitida aos descendentes (Romanes, 1895, p. 109).

Procurou responder às críticas de Weismann (Martins, 2015) aos resultados obtidos por Brown-Séquard, como por exemplo, a introdução de “micróbios” durante o procedimento, porém as considerou “desprovidas de peso”. Apesar disso, Romanes não considerava que os experimentos de Brown-Séquard tivessem trazido uma “prova positiva” da existência da herança de caracteres adquiridos, como Darwin. Nesse ponto, ele concordava com Weismann de que “eram necessárias mais investigações para que se pudesse chegar a uma conclusão sobre essa classe de fatos incomuns” (Romanes, 1895, p. 113). Com o intuito de duplicar os experimentos de Brown-Séquard, Romanes foi a Paris para encontrá-lo em 1890 (Bowler, 1992, p. 88) e se dedicou a eles durante dois anos, tendo-os interrompido por problemas de saúde. Durante esse período, Romanes confirmou algumas das conclusões de Brown-Séquard:

que mais tarde foi chamado de isolamento reprodutivo). Para ele, a esterilidade entre essas espécies se iniciaria com o isolamento geográfico (Martins, R., 2006, p. 228).

¹³ Para maiores detalhes sobre os experimentos de Brown-Séquard ver, por exemplo, Martins, R., 2008.

Não tenho nenhuma dúvida de que lesões no nervo ciático ou medula espinhal possam produzir uma mudança em alguns centros nervosos, e que essa mudança – independentemente da parte do cérebro em que ocorra – cause os fenômenos notáveis em questão¹⁴. (Romanes, 1895, p. 115)

E concluiu cautelosamente:

Em relação aos experimentos de Brown-Séquard, eu não fui capaz de proporcionar uma abordagem que propiciasse sua corroboração como um todo, mas devo repetir que meus experimentos não foram suficientemente numerosos para descartar as suas afirmações que ainda não pude verificar. (Romanes, 1895, p. 123)

Além dos experimentos de Brown-Séquard, Romanes mencionou os experimentos de Joseph T. Cunningham (1859-1935), porém como estavam em andamento, não iria discuti-los (Romanes, 1895, vol. 2, p. 122).

Romanes explicou que, em relação aos experimentos com plantas, tinha ocorrido algo semelhante ao que se passara com os experimentos envolvendo animais. Ou seja, eles não tinham sido concebidos com o objetivo de investigar a herança de caracteres adquiridos em si, mas com outros objetivos e, casualmente, tinham trazido evidências favoráveis a esse tipo de herança. Dentre os experimentos com vegetais mencionados por Romanes, se encontram os desenvolvidos por George Henslow¹⁵ (1835-1925). Ele observara que plantas que viviam em um ambiente aquático ao serem colocadas em um ambiente terrestre, ou vice-versa, sofriam mudanças em várias partes como no caule e raízes, e que essas mudanças eram transmitidas aos descendentes (Romanes, 1895, pp. 130-132).

¹⁴ Esses fenômenos, que já haviam sido percebidos por Brown-Séquard, eram: mudança no formato da orelha e fechamento parcial da pálpebra nos descendentes (Romanes, 1895, vol. 2, p. 115).

¹⁵ De acordo com Peter Bowler, o botânico George Henslow não aceitava que variações ao acaso pudessem originar as adaptações como pensava Darwin. Em sua obra *Origin of floral structures* (1888) defendeu que o formato das flores era determinado pela herança cumulativa das visitas dos insetos (Bowler, 1992, p. 86).

Embora Romanes considerasse que os fenômenos da hereditariedade eram devidos à continuidade da substância hereditária, como admitiam Weismann e Galton, se inclinava para a proposta de Galton. A razão para isso era que as estirpes¹⁶ embora continuassem por muitas gerações, podiam admitir modificações pequenas e graduais que iam se acumulando pelo uso e desuso e outros fatores lamarckianos (Romanes, 1895, p. 138).

Após apresentar evidências favoráveis à herança de caracteres adquiridos, Romanes passou a examinar as evidências contrárias e comentou:

Este tipo de evidência, entretanto, é muito menos convincente do que normalmente se supõe. E foi mostrado no capítulo anterior que a quantidade de evidência experimental em favor da transmissão dos caracteres adquiridos é mais considerável do que a escola de Weismann parece estar a par – especialmente no reino vegetal (Romanes, 1895, p. 142).

Além de discutir as evidências favoráveis à herança de caracteres adquiridos, principalmente as obtidas por Brown-Séquard, discutiu também sobre alguns experimentos que ele próprio havia feito nos últimos vinte anos com resultados inconclusivos e que não tinham sido publicados. O material experimental empregado era tanto plantas como animais.

No caso das plantas, ele comentou sobre seus experimentos com enxertos¹⁷ (gavinhas, bulbos de vários tipos, brotos e tubérculos), cujos resultados tinham sido negativos (Romanes, 1895, vol. 2, p. 143).

Em relação aos experimentos feitos com animais, relatou que havia repetido os experimentos de Galton com a transfusão de sangue em variedades de coelhos *Silvergrey* (Polizello, 2008) e que os descendentes dos cruzamentos não apresentavam as características esperadas. O

¹⁶ Em dois artigos publicados em 1872 e 1875, Galton apresentou a teoria das estirpes. No segundo artigo ele cunhou o termo “estirpe” que seria a soma total das partículas hereditárias ou gêmulas contidas no ovo ou zigoto. A seu ver, algumas dessas gêmulas tornar-se-iam patentes desenvolvendo-se nas células do adulto enquanto outras permaneceriam latentes (Bulmer, 2003, p. 102).

¹⁷ Esses experimentos foram desenvolvidos com o intuito de testar a hipótese da pangênese (Martins, R., 2006, p. 216).

mesmo ocorreu em experimentos com outras variedades de coelhos ou entre variedades bem marcadas de cães; porém, comentou que, por outro lado, o único experimento publicado pelos opositores era o de Weismann com os camundongos brancos que, após terem suas caudas seccionadas eram separados em gaiolas e cruzados, sendo que os filhotes nas diversas gerações apresentavam caudas dentro dos padrões normais¹⁸.

Para Romanes, os resultados obtidos por Weismann indicavam que naquele caso não havia herança de mutilações, mas não invalidavam a hipótese da pangênese. Além disso, ele indagou qual seria o objetivo de Weismann com aquele experimento já que há muito tempo os criadores de cachorros sabiam que a mutilação de suas caudas não era transmitida aos descendentes?

Romanes considerava que antes de descartar por completo a ação dos “fatores lamarckianos”, seria necessário “destruir toda a evidência de sua ação” (Romanes, 1895, p. 150). Ele assim se expressou:

Exceto se puder ser mostrado que aquilo que foi dito sobre a ação reflexa, instinto, a chamada “autoadaptação” em plantas, &c., esteja errado, os fatos em favor da teoria lamarckiana são muito numerosos. Somente quando considerados em comparação com os casos que não excluem a possibilidade da atuação da seleção natural pode-se dizer que não o são. (Romanes, 1895, p. 151)

Para Romanes, a questão estava muito longe de ser resolvida e a escola de Weismann tinha se precipitado ao alegar que a única evidência da herança de caracteres adquiridos era a suposta transmissão de doença artificialmente produzida (epilepsia) como constava nos *Essays* (p. 348) de Weismann (Romanes, 1895, p. 348).

Romanes concluiu:

Há certas considerações gerais e certos fatos particulares que indicam que é provável que os fatores lamarckianos tenham um papel no processo evolutivo considerado como um todo. Ao mesmo tempo, considerando o estado presente de nossa informação, é plausível até que tenham sido trazidas provas experimentais contrárias à existência da herança de caracteres adquiridos. (Romanes, 1895, p. 154)

¹⁸ Para mais detalhes sobre o experimento ver, por exemplo, Martins, 2015, pp. 559-561.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida levou à conclusão de que no período que se seguiu à morte de Darwin, Romanes se empenhou em mostrar que a herança de caracteres adquiridos fazia parte da proposta original do antigo mestre. Assim “darwinistas” como Weismann e Wallace, ao rejeitá-la, estavam se distanciando da mesma, e “neolamarckistas” como Cope ou Osborn, ao exagerarem seu papel no processo evolutivo, também. Por outro lado, ele próprio, ao aceitá-la com moderação, se aproximava mais da proposta original de Darwin e do darwinismo do que seus colegas.

Foi possível perceber que Romanes concordava com Darwin em vários aspectos. De modo análogo a Darwin, ele considerava que a seleção natural era um importante meio de modificação das espécies, mas não o único e que a herança de caracteres adquiridos era outra possibilidade. Por exemplo, por meio da herança de caracteres adquiridos (“fatores lamarckianos”), era possível explicar alguns casos de ações reflexas no homem e animais, estruturas congênitas e instintos que não eram explicados pela seleção natural.

No entanto, constatamos também algumas divergências como, por exemplo, em relação aos efeitos do uso e desuso. Nesse caso, ele estava de acordo com Weismann, oferecendo uma explicação diferente para os casos considerados por Darwin, como as diferenças entre o esqueleto de patos domésticos e selvagens.

Em relação às evidências experimentais, às quais Romanes atribuía bastante importância, ele se referiu aos experimentos de Brown-Séguard com porquinhos-da-Índia, que já haviam sido discutidos por Darwin no *Variation of animals and plants under domestication* (Martins, R., 2008). Considerou que embora ele próprio tivesse confirmado alguns casos, eram necessários mais experimentos, conforme Weismann havia sugerido; porém, até aquele momento, não dava para descartar as afirmações de Brown-Séguard. Criticou os experimentos de Weismann com camundongos brancos, alegando que os resultados obtidos não invalidavam a hipótese da pangênese. Referiu-se também a vários experimentos com autoadaptação em plantas, inclusive o de Henslow, mas também a seus próprios experimentos com enxertos cujos resultados foram negativos.

A posição final de Romanes foi que a herança de caracteres adquiridos (“fatores lamarckianos”) provavelmente tinha um papel importante no processo evolutivo e que as evidências em seu favor eram mais numerosas do que as contrárias.

Um aspecto interessante que vale a pena ressaltar é a terminologia empregada por Romanes. Ele utilizava diferentes termos como, por exemplo, “fatores lamarckianos”, “teoria lamarckiana”, além de “transmissão de características adquiridas” e “herança de caracteres adquiridos”, ao contrário de Weismann ou Darwin que empregavam apenas as expressões “transmissão de caracteres adquiridos” ou “herança de caracteres adquiridos”.

Este estudo de caso vem corroborar o que detectamos em estudos anteriores (Martins, 2006, p. 280): a existência de um amplo programa de pesquisa darwiniano com vários ramos conflitantes, em que Wallace, Weismann e Romanes, dentre outros, estavam engajados.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; Processo PQ:308525/2015-9), pelo apoio recebido que viabilizou esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWLER, Peter J. *Evolution: The history of an idea* [1983]. Revised edition. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press, 1989.
- . *The eclipse of Darwinism: Anti-Darwinian evolution theories in the decades around 1900*. [Reprint of 1983 with a new preface]. Baltimore: Johns Hopkins University, 1992.
- . *Charles Darwin: The man and his influence*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- CARMO, Viviane Arruda do; BIZZO, Nelio Vincenzo; Martins, Lilian Al-Chueyr Pereira. Wallace e o princípio da seleção natural. *Filosofia e História da Biologia*, 4: 209-233, 2009.
- COPE, Edward Drinker. *The origin of the fittest: Essays on evolution*. London: Macmillan, 1887.
- DARWIN, Charles Robert. *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Murray, 1868. 2 vols.

- . *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* [1872]. 6th edition. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. (Great Books of the Western World, 49)
- LESCH, John E. Romanes, George John. Vol. 11, pp. 516-520, in: GILLESPIE, C. C. (ed.). *Dictionary of Scientific biography*. New York: Charles Scribner's Sons, 1970.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. August Weismann e evolução: os diferentes níveis de seleção. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, [série 2] **1** (1): 53-74, 2003.
- . *Materials for the study of variation* de William Bateson: um ataque ao Darwinismo? Pp. 259-282, in MARTINS, Lilian A.-C. P; REGNER, Anna Carolina K. P. & LORENZANO, Pablo. (eds.). *Ciências da Vida: Estudos históricos e filosóficos*. Campinas: AFHIC, 2006.
- . Weismann e a transmissão de caracteres adquiridos: os cientistas podem mudar de ideia. Pp. 533-540, in: AHUMADA, José; VENTURINELLI, Nicolás; CHIBENI, Sílvio S. (eds.) *Filosofia e Historia de la Ciencia en el Cono Sur: Selección de trabajos de las XXV Jornadas de Epistemología e Historia de La Ciencia*. Córdoba: Editorial de la Universidad de Córdoba, 2015.
- MARTINS, Roberto de Andrade. George John Romanes e a teoria da seleção fisiológica. *Episteme*, **11** (24): 209-244, 2006.
- . Os experimentos de Brown-Séguard e a herança de caracteres adquiridos por acidente, na segunda metade do século XIX. *Filosofia e História da Biologia*, **3**: 347-376, 2008.
- POLIZELLO, Andreza. Modelos microscópicos de herança no século XIX: a teoria das estirpes de Francis Galton. *Filosofia e História da Biologia*, **3**: 41-54, 2008.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski. A herança de caracteres adquiridos como oposição entre Lamarck e Darwin: de onde vem, afinal, essa pseudo-história? *Boletim de História e Filosofia da Biologia*, **11** (4): 07-10, dez. 2017¹⁹.
- ROMANES, Ethel. *Life and letters of John George Romanes*. London: Longmans, Green & Co., 1896.

¹⁹ Disponível em: <<http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-11-n4-Dez-2017.pdf>>. Acesso em 07 abril 2019.

- ROMANES, George John. *Mental evolution in man*. London: Kegan Paul, Trench and Co., 1888.
- . *Darwin and after Darwin and after Darwin: Post Darwinian questions*. Vol. 2. Chicago: Open Court, 1895.
- WALLACE, Alfred Russel. *Darwinism: An exposition of the theory of natural selection with some of its applications* [1889]. 2nd edition. London: Mac-Millan, 1890.
- WEISMANN, August Leopold Friedrich. *Essays upon heredity and kindred biological problems*. Trad. E. Poulton; S. Schonland; A. E. Shipley. Oxford: Clarendon Press, 1889.
- . *The evolution theory*. Trad. J. Arthur Thomson and Margaret R. Thomon. London: Edward Arnold, 1904. 2 vols.

Data de submissão: 07/04/2019

Aprovado para publicação: 05/06/2019

Data de publicação: 30/06/2019

Normas para publicação

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

