

ISSN 1983-053X

SELEÇÃO DE TRABALHOS
DO VI ENCONTRO DE FILOSOFIA
E HISTÓRIA DA BIOLOGIA / 2008



Associação Brasileira
de Filosofia e História
da Biologia – ABFHiB

Filosofia e História da Biologia 3

 FAPESP

BOOKLINK

Filosofia e História da Biologia

Volume 3, 2008

Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia – ABFHiB

<http://www.abfhib.org>

DIRETORIA DA ABFHiB (GESTÃO 2006-2009)

Presidente: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (PUC-SP)

Vice-Presidente: Gustavo Andrés Caponi (UFSC)

Secretário: Waldir Stefano (UPM)

Tesoureira: Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Conselheiros: Aldo Mellender de Araújo (UFRGS)

Anna Carolina Krebs Pereira Regner (Unisinos)

Charbel Niño El-Hani (UFBA)

Nélio M. V. Bizzo (USP)

A Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB) foi fundada no dia 17 de agosto de 2006, durante a realização do 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 epistemológicas, estabelecendo cooperação e comunicação entre todos os pesquisadores que a integram.

Filosofia e História da Biologia

Editores: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (PUC-SP)

Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)

Editor associado: Roberto de Andrade Martins (Unicamp)

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

ISSN 1983-053X

Filosofia e História da Biologia

Volume 3, 2008

Seleção de Trabalhos do
VI Encontro de Filosofia e
História da Biologia



Filosofia e História da Biologia

V. 3 – 2008

Seleção de Trabalhos do VI Encontro de Filosofia e História da Biologia

homepage/
e-mail da instituição:

www.booklink.com.br/abfhib
fil-hist-biol@abfhib.org

ABFHIB

Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia

Rua Coronel Quirino, 1586
13025-002 Campinas, SP
Caixa Postal 6059
13083-970 Campinas, SP
www.abfhib.org
admin@abfhib.org

Copyright © 2008 ABFHIB

Nenhuma parte deste livro 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.

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

Preparação dos originais deste volume: Ana Paula de Oliveira Pereira de Moraes Brito e Márcia das Neves

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

Filosofia e História da Biologia. Vol. 3 (jan./dez. 2008). Campinas, SP: ABFHIB, São Paulo: FAPESP, Rio de Janeiro: Booklink, 2008.

Anual
x, 414 p.; 21 cm.
ISSN 1983-053X
ISBN 978-85-7729-888-8

1. Biologia – história. 2. História da biologia. 3. Biologia – filosofia. 4. Filosofia da biologia. I. Martins, Lillian 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

Sumário

Apresentação	ix
Aldo Mellender de Araújo; Lilian Al-Chueyr Pereira Martins “A teoria cromossômica da herança e a teoria do plastinema de Toledo Piza Jr. : um confronto esquecido”	1
André Luis Corrêa; Paloma Rodrigues da Silva; Fernanda Aparecida Meglhioratti; Ana Maria de Andrade Caldeira “Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia”	21
Andreza Polizello “Modelos microscópicos de herança no século XIX: a teoria das estirpes de Francis Galton”	41
Antonio Carlos Sequeira Fernandes; Vera Maria Medina da Fonseca; Regina Maria Macedo Costa Dantas; Andrea Siqueira D’Alessandri Forti “D. Pedro II, os fósseis da Bacia de Paris e o Museu Nacional”	55
Caroline Belotto Batisteti; Elaine Sandra Nabuco de Araújo; João José Caluzi “As interpretações dos estudos de Avery, MacLeod e McCarty sobre a natureza química do “fator transformante” em bactérias”	71
Douglas Allchin “Naturalizing as an error-type in Biology”	95
Fernanda Aparecida Meglhioratti; Mariana A. Bologna Soares de Andrade; Fernanda da Rocha Brando; Ana Maria de Andrade Caldeira	119

“A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores”	
Frederico Felipe de Almeida Faria	139
“Peter Lund (1801-1880) e o questionamento do catastrofismo”	
Gerda Maisa Jensen; Maria Elice Brzezinski Prestes	157
“Experimentos de Lazzaro Spallanzani com um “instrumento minerográfico”: como testar alegada habilidade de uma pessoa detectar depósitos de metais e água subterrânea?”	
Gustavo Caponi	179
“Unidad de tipo y degeneración en la <i>Historia Natural</i> de Buffon”	
José Franco Monte Sião	195
“As publicações conjuntas de Dobzhansky e brasileiros sobre genética das populações de <i>Drosophila</i> (1943-1960) e as causas de seu decréscimo”	
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	213
“Darbishire, Bateson e Weldon: a controvérsia sobre a hereditariedade em camungos (1902-1904)”	
Márcia das Neves	241
“A concepção de raça humana em Raimundo Nina Rodrigues”	
Maria Elice Brzezinski Prestes	263
“Definição e classificação de “insetos” por René-Antoine Ferchault de Réaumur”	
Marisa Russo	285
“Localização cerebral da cognição social complexa: o autismo como modelo?”	
Nadir Ferrari; Neusa Maria John Scheid	305
“Pangênese e teoria cromossômica da herança: a persistência de idéias?”	

Nelio Bizzo	317
“A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo”	
Paulo José Carvalho da Silva	335
“A psicopatologia entre a alma e os nervos: a <i>Medicina Theologica</i> (1784) de Francisco de Melo Franco”	
Roberto de Andrade Martins	347
“Os experimentos de Brown-Séguard e a herança de caracteres adquiridos por acidente, na segunda metade do século XIX”	
Viviane Arruda do Carmo	377
“As concepções de Alfred Russel Wallace acerca da cor e ornamentos dos animais e sua crítica à seleção sexual”	
Waldir Stefano	393
“Os estudos matemáticos de Herbert Spencer Jennings e Raymond Pearl sobre herança mendeliana em populações (1912-1917)”	

Apresentação

A série de volumes intitulada *Filosofia e História da Biologia* iniciou-se em 2006 sob a forma de livros contendo uma seleção de trabalhos apresentados nos eventos anuais promovidos pela Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB). A partir deste terceiro volume, temos a satisfação de comunicar que a publicação de livros dá lugar a um novo periódico, que mantém o título *Filosofia e História da Biologia* (ISSN 1983-053X). Dotado de um corpo editorial permanente, visa garantir a periodicidade da publicação.

Além disso, a criação do periódico amplia o alcance das publicações da ABFHiB a toda comunidade de pesquisadores da área, possibilitando também a submissão de artigos que não tenham conexão direta com os eventos realizados.

A linha editorial do periódico permanece fiel aos objetivos da ABFHiB de publicar artigos inéditos resultantes de pesquisas originais referentes a filosofia e/ou história da biologia e temas correlatos, bem como sobre o uso de história e filosofia da biologia na educação. Também está aberta à publicação de resenhas de livros da área.

Filosofia e História da Biologia publica artigos em português, espanhol ou inglês, conforme formatação e normas editoriais próprias informadas no final do volume e no *site* da ABFHiB: www.abfhib.org.

Os trabalhos submetidos para publicação são enviados para análise de dois pareceristas especializados no assunto tratado, os quais devem indicar se aceitam (com ou sem modificações) ou rejeitam o trabalho, apresentando breve justificativa. Em caso de divergência entre os pareceres, o trabalho será analisado por um terceiro árbitro.

Filosofia e História da Biologia 3 contém uma seleção dos trabalhos completos apresentados no VI Encontro de História e Filosofia da Biologia, realizado em São Paulo, na Universidade Presbiteriana Mackenzie, de 21 a 23 de agosto de 2008.

Com o periódico *Filosofia e História da Biologia*, a ABFHiB aspira consolidar a comunicação de trabalhos da área em nosso país.

Os Editores
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Maria Elice Brzezinski Prestes
Roberto de Andrade Martins

A teoria cromossômica da herança e a teoria do *plastinema* de Toledo Piza Jr.: um confronto esquecido

Aldo Mellender de Araújo *
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins #

Resumo: A publicação, em 1915, do livro *The mechanism of Mendelian heredity*, por Thomas Hunt Morgan (1866-1945) e colaboradores é considerada um marco no estabelecimento da chamada teoria cromossômica da herança, ainda que opiniões divergentes permanecessem por algum tempo. Esta obra procurou não somente dar um suporte empírico à compatibilidade da dinâmica cromossômica na meiosose às leis de Mendel, como também propôs que os fatores mendelianos (posteriormente designados como genes) se distribuíam linearmente ao longo dos cromossomos. Mais de uma década depois, quando praticamente todas as vozes contrárias à teoria já haviam silenciado, no Brasil, o citologista Salvador de Toledo Piza Jr. (1898-1988), publicou uma pequena monografia contestando a teoria cromossômica e propondo uma nova teoria, por ele denominada de teoria do *plastinema*. Neste trabalho, faremos um exame do conteúdo desta monografia, bem como da repercussão da mesma no meio científico brasileiro, usualmente caudatário em relação às propostas dos grandes centros de pesquisa.

Palavras-chave: Salvador de Toledo Piza Jr.; *plastinema*; teoria cromossômica; história da genética; história da citologia

The chromosome theory of heredity and Toledo Piza Junior's theory of *plastinema*: a forgotten confrontation

Abstract: The publication, in 1915, of the book *The Mechanism of Mendelian Heredity* by Thomas Hunt Morgan (1866-1945) and collaborators is regarded as a

* Departamento de Genética, Instituto de Biociências e Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências, Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: aldo-mel@portoweb.com.br.

Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e Grupo de História e Teoria da Ciência, Universidade Estadual de Campinas. E-mail: lacpm@uol.com.br

landmark in the foundation of the so-called chromosome theory of inheritance. However, diverging opinions on this theory were still presented for several years. Morgan's work provided an empirical support for the compatibility between Mendel's laws and the chromosome dynamics in meiosis, and proposed that the Mendelian factors (later called *genes*) were linearly distributed along the chromosomes. More than a decade afterwards, when most voices against the theory had already been silenced, the Brazilian cytologist Salvador de Toledo Piza Jr. (1898-1988) published a small monograph challenging the chromosome theory and proposing a new view, that he called the *plastinema* theory. This paper analyses Toledo Piza Junior's monograph and its repercussion in the Brazilian scientific context.

Keywords: Salvador de Toledo Piza Jr.; plastinema; chromosome theory; history of genetics; history of cytology.

1 INTRODUÇÃO

No final do século XIX, diversos autores como August Weismann (1834-1914) e Oscar Hertwig (1849-1922) haviam sugerido que a localização dos elementos responsáveis pela hereditariedade era nuclear e em torno de 1900 se aceitava, de um modo geral, que as células somáticas de cada espécie animal ou vegetal apresentavam um número característico de cromossomos (em geral par). No entanto, havia muitas dúvidas sobre a origem e permanência dos cromossomos durante a divisão celular. Os dados encontrados nos estudos citológicos da divisão celular não eram claros. A individualidade dos cromossomos era um assunto em discussão. Edmund Beecher Wilson (1856-1939) e Theodor Boveri (1862-1915) defendiam que os cromossomos conservavam sua individualidade (Martins, 1999, p. 262). Por outro lado, diversos outros autores como Étienne Rabaud, Raymond Hovasse e outros não acreditavam na existência dessa individualidade alegando que não havia como saber se os cromossomos que aparentemente desapareciam durante a intérfase e depois reapareciam nos mesmos lugares conservavam sua individualidade.

Walter Stanborough Sutton (1877-1916) é considerado como o proponente da existência de uma associação entre os cromossomos e os princípios mendelianos. Entretanto, se formos consultar os dois artigos que ele escreveu sobre o assunto (Sutton, 1902; Sutton, 1903) veremos que, no primeiro deles, onde tratou dos cromossomos do gafanhoto *Brachystola magna*, embora considerasse provável a existência de uma associação entre os pares de cro-

mossomos paternos e maternos e sua subsequente separação durante a divisão celular, não afirmou explicitamente que existisse um paralelo entre o comportamento dos cromossomos e os fatores mendelianos (Martins, 1999, p. 266). Em seu segundo artigo (Sutton, 1903), ao discutir a relação entre os cromossomos e as “leis de Mendel”, logo na introdução, admitiu o caráter especulativo de seu trabalho. Ele esclareceu que pretendia explicar os casos mais simples ou “tipicamente mendelianos” e sugeriu que muitos dos desvios encontrados poderiam ser explicados como variações dos processos cromossômicos normais (Sutton, 1903, p. 231; Martins, 1999, p. 208). Apesar das dificuldades, pode-se dizer que este autor publicou uma hipótese hereditária compatível com os fenômenos citológicos e hereditários conhecidos.

Embora o nome de Sutton apareça ao lado do nome de Boveri como proponente da hipótese cromossômica em 1902-1903 pode-se dizer que não havia uma hipótese coerente na época que estabelecesse um paralelo entre o comportamento dos fatores mendelianos e comportamento citológico dos cromossomos, mas várias hipóteses muitas vezes conflitantes (ver a respeito em Martins, 1999, p. 270). Por esta razão diversos pesquisadores da época a negaram como, por exemplo, Thomas Hunt Morgan (Martins, 1998) ou adotaram uma atitude de expectativa crítica como William Bateson (Martins, 1997a, Martins, 1997b).

A partir de 1900 o inglês William Bateson procurou testar se os princípios que Mendel encontrara nas ervilhas se aplicavam também a outros organismos tanto vegetais como animais. Além disso, procurou desvios, propondo novas leis. Entretanto, ele fazia algumas restrições à localização dos fatores mendelianos ser cromossômica. Porém, quando surgiam evidências favoráveis, como a associação de certos cromossomos à determinação do sexo, ele as via com bons olhos, ao contrário de Morgan que até 1910-1911 não via nenhum aspecto positivo na teoria cromossômica. Pode-se dizer que as críticas que ambos faziam eram semelhantes. Por exemplo, o fato da teoria cromossômica não explicar a diferenciação dos tecidos já que os cromossomos eram iguais em todos eles ou a evolução já que espécies muito próximas podiam apresentar um número de cromossomos bastante diferente. Os estudos sobre determinação de sexo desenvolvidos na primeira década do século XX por McClung, Montgomery, Sutton, Wilson e Stevens contri-

buíram para o esclarecimento de alguns modelos sexuais em insetos e sua relação com cromossomos especiais.

Nos anos que se seguiram a 1910-1911 Morgan abandonou seus estudos anteriores que envolviam diversas linhas de investigação com diferentes materiais experimentais dedicando-se à genética da transmissão em *Drosophila* e adotou uma linha neomendeliana em suas investigações, apesar de muitas das críticas que ele fazia às teorias mendeliana e cromossômica não terem sido respondidas (ver por exemplo, Martins, 1998). Em 1913 publicou a obra *Heredity and sex*, que ele mesmo classificou como sendo “uma representação popular do assunto” (Carta de Morgan para Bateson, 13/11/1913, arquivo do John Innes Center, #834, p. 1; Martins, 1997, capítulo 9, p. 9-43). Em 1915, em co-autoria com Alfred Henry Sturtevant, Herman Joseph Muller e Calvin Blackman Bridges escreveu o livro *The mechanism of Mendelian heredity*. Esta obra, apesar de seus inúmeros problemas, foi considerada um marco no estabelecimento da teoria cromossômica tanto por grande parte dos coetâneos de Morgan como por parte de alguns historiadores da ciência como Ernst Mayr, por exemplo. Ela foi objeto de uma resenha crítica feita por Bateson após deixar claro que valorizava a iniciativa, que ao utilizar a *Drosophila* como material experimental com todas as suas vantagens, inaugurava uma nova fase dentro da pesquisa genética ou a sugestão da divisão dos fatores em grupos de ligação, apontou inconsistências em relação a diversos aspectos da teoria tais como: a falta de evidências citológicas do *crossing-over* em *Drosophila*; a pouca importância dada à ausência do *crossing-over* no macho de *Drosophila*, a falta de dados sobre os cálculos das porcentagens de *crossing-over* existentes em relação aos quatro grupos de ligação em *Drosophila* (Bateson, 1916, pp. 536; 539-540; Martins, 1997, cap. 5, pp. 5-102-5-111).

O arranjo linear dos fatores (genes) ao longo dos cromossomos foi um importante aspecto da teoria cromossômica desenvolvida por Morgan e colaboradores. Baseados no modelo do colar de contas, eles defendiam que a proporção dos de gametas que apresentavam *crossing-over* era uma medida indireta da distância entre os fatores localizados ao longo dos cromossomos. Entretanto, quando William Castle estava lidando com os dados obtidos pelo grupo de Morgan encontrou algumas inconsistências relacionadas às distâncias mais longas, que eram incompatíveis com um

arranjo linear. Utilizando esses dados, ele construiu um modelo tridimensional, que não necessitava de hipóteses auxiliares requeridas para o modelo linear e utilizadas pelo grupo de Morgan (*crossing-over* duplo e interferência). Isso ocasionou uma discussão que envolveu por um lado Castle por outro Morgan e seus colaboradores Bridges, Sturtevant, bem como Muller, que na época já não fazia mais parte do grupo e outros pesquisadores que tinham passado algum tempo trabalhando com o grupo *Drosophila* como Harold Plough e Charles Metz. A discussão ocorreu em 1919 e durou praticamente um ano (ver a respeito em Martins, 2008). Morgan explicou, dois anos mais tarde, na obra *The physical basis and heredity* que a prova do arranjo linear dos genes era fornecida pelos dados obtidos através do *linkage* e *crossing-over* (Morgan, 1919, p. 118).

Pode-se dizer que o trabalho experimental desenvolvido durante mais de duas décadas por Morgan e colaboradores com *Drosophila*, bem como por outros autores em diferentes organismos, estudos sobre a genética de populações, o oferecimento de ferramentas matemáticas para o cálculo das distâncias entre fatores na construção dos mapas cromossômicos e estudos citológicos com o fornecimento da evidência citológica do *crossing-over* em *Drosophila* por Curt Stern, por volta de 1930 a teoria cromossômica já se apoiava em um corpo de evidências razoavelmente sólido.

No Brasil, a genética já era ensinada e pesquisada em duas escolas de agronomia desde 1918, a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), em Piracicaba e o Instituto Agronômico, em Campinas. A *Revista de Agricultura*, uma publicação da ESALQ, oferecia não apenas traduções de artigos de genética, mas também textos de pesquisas originais de autores brasileiros (Araújo, 2004). Pois foi exatamente nesta última instituição, que um professor de genética e entomologia agrícola preparava uma pequena monografia que viria a contestar vários aspectos da teoria cromossômica em 1930 e a propor uma nova teoria que ele chamou de “teoria do platinema”.

O objetivo deste artigo é inicialmente apresentar as críticas que Salvador de Toledo Piza Jr. (1898-1988) fazia à teoria cromossômica em 1930 e discuti-las considerando o contexto científico de sua época. Trata-se de um estudo preliminar sobre as idéias deste autor que pretendemos aprofundar em futuros trabalhos.

2 SALVADOR DE TOLEDO PIZA JR.

Este citologista brasileiro nasceu em Capivari, Estado de São Paulo, em 28 de dezembro de 1898. Graduou-se em Agronomia em 1921, pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) de Piracicaba, e no ano seguinte viajou para a Alemanha com o objetivo de aprofundar seus conhecimentos em entomologia, onde permaneceu até o ano de 1924 (mais tarde, em 1929, ele receberia o título de doutor *honoris causa*, pela Escola Superior de Agricultura de Berlim). De volta ao Brasil e já atuando como docente na ESALQ, criou, em 1926, a *Revista de Agricultura*, juntamente com seus colegas Nicolau Athanasoff e Octávio Domingues¹. Além das atividades docentes e de pesquisa na ESALQ, exerceu lá, também, atividades administrativas. Seu falecimento ocorreu em Piracicaba, no dia 22 de janeiro de 1988, um pouco antes, portanto, de completar 90 anos (Lordello, 1988).

Toledo Piza destacou-se entre seus colegas geneticistas brasileiros e também do exterior, pelos seus trabalhos em citogenética de artrópodos, principalmente em escorpiões, gafanhotos e coleópteros; a maioria dos trabalhos foi publicada em periódicos brasileiros, mas há alguns publicados em importantes periódicos de circulação internacional (por exemplo, Toledo Piza Jr., 1943). Um dos clássicos da literatura em citogenética, o livro de Michael White, *Animal cytology and evolution* (1973) o menciona em 16 vezes, inclusive com o uso de figuras dos trabalhos do próprio Toledo Piza. Por exemplo, em um capítulo dedicado aos polimorfismos cromossômicos, White discute em 4 páginas a situação do escorpião brasileiro *Tityus bahiensis*, utilizando duas figuras dos trabalhos de Toledo Piza, comentando os achados deste sobre a ausência de quiasmas nos arranjos metafásicos – um tema que será importante no contexto desta análise.

Um outro aspecto do pensamento de Toledo Piza que chamou a atenção dos geneticistas brasileiros foi sua resistência e até mesmo negação, quanto à teoria da localização dos genes e distribuição linear destes ao longo dos cromossomos. Devido a essa

¹ Ver a respeito de algumas contribuições de Domingues em Stefano, 2001.

atitude foi visto como um excêntrico e ridículo defensor da hipótese de funcionalidade dos cromossomos como um todo. Apesar da qualidade de seus trabalhos sobre citogenética, ele se tornou um personagem marginalizado pela maior parte da comunidade dos geneticistas, que chegou mesmo a não o reconhecerem como um de seus pares.

Dada esta última circunstância, bem como ao fato de que a confrontação com Thomas Hunt Morgan, um dos mais importantes geneticistas da época (Premio Nobel de Medicina e Fisiologia, 1933), configurava uma situação que poderia ser descrita pela metáfora de David contra Golias, a necessidade de um estudo historiográfico sobre a obra de Salvador de Toledo Piza Jr. se tornou urgente. Nesse sentido, o presente trabalho constitui uma análise inicial sobre a publicação de Toledo Piza que originou uma atitude de resistência à teoria mendeliana-cromossômica que durou mais de duas décadas.

3 A LOCALIZAÇÃO DOS FATORES HEREDITÁRIOS NA LININA E A TEORIA DO PLASTINEMA

Por ocasião da Exposição de Trabalhos da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, ocorrida em setembro de 1930 e como contribuição da Cadeira de Zoologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Toledo Piza Jr. publicou uma monografia com o título “Localização dos factores na linina nuclear como base de uma nova theoria sobre a hereditariedade”. Surpreendentemente ele dedicou esta publicação a Morgan: “A Th. H. Morgan, o brilhante e infatigável pesquisador da *Drosophila*. Homenagem”.

No próprio trabalho ele esclareceu que a redação do mesmo fora feita em apenas três meses, do final de março ao início de julho daquele ano. No entanto, uma consulta à extensa bibliografia final por ele produzida, indica que no ano anterior ele já havia publicado um trabalho onde apresentou as primeiras idéias sobre o assunto (Toledo Piza Jr. 1929).

Além de uma curta Introdução, onde ele expôs sobre o tema do qual iria tratar, a monografia apresenta mais dez capítulos. De um modo resumido pode-se destacar que as propostas que Toledo Piza defendeu foram as seguintes:

- Os fatores² estão localizados na *linina* e não na cromatina cromossômica.
- O *crossing-over* (permuta) não serve para explicar a recombinação dos fatores.
- A proposta sobre a distribuição linear dos fatores deve ser abandonada.
- A individualidade e a perenidade da porção cromática dos cromossomos não tem sustentação.
- A interpretação dos achados citológicos e genéticos é compatível com a noção de um *plastinema* (conjunto de filamentos da linina no núcleo interfásico).

Passaremos a seguir à discussão de cada um deles.

3.1 Os fatores estão localizados na linina e não na cromatina cromossômica

Toledo Piza considerava que os fatores não estavam localizados na cromatina como a maior parte dos geneticistas da época pensava mas sim na *linina*. A estrutura denominada *linina* que, hoje em dia, é raramente mencionada nos manuais de citologia, era descrita como fazendo parte do retículo nuclear caracterizando-se por apresentar coloração menos intensa que a outra parte do retículo, a *cromatina*, intensamente corada pelas técnicas então utilizadas. Assim, por exemplo, em um livro-texto largamente utilizado na década de 1930, descrevia-se o retículo nuclear como: “Há muito tempo foi estabelecido que o retículo está composto por dois elementos: uma moldura de suporte, formada pela relativamente acromática linina sobre a qual ou na qual estão os ‘grânulos’ de uma segunda substância, altamente corável, a cromatina” (Sharp, 1934).

Toledo Piza (1930) destacou a *linina* como sendo a parte central dos cromossomos, “o eixo dos chromosomios” (Toledo Piza, 1930, p. 13) e a cromatina (ou *plastina*) como a parte situada por fora da linina (*ibid.*, p. 9). Segundo ainda este autor, a afirmação de

² Toledo Piza insiste em chamar de “fatores” o que já era conhecido como genes desde as décadas anteriores. É bem possível que isso tenha tido como objetivo destacar a sua própria perspectiva, de refutação à idéia de genes corpusculares.

que os fatores ou genes estão na cromatina, “é cousa que ninguém ainda pôde até agora provar” (*ibid.*, p. 12).

Ele não estava questionando que os cromossomos eram os portadores dos genes, mas sim que os genes estivessem localizados na cromatina já que, em suas palavras, “essa substância não é a única que provem em quantidades equivalentes de cada um dos paes” (Toledo Piza, 1930, p. 13), uma vez que a linina também tem esta mesma propriedade. Para Toledo Piza, não se tratava apenas de trocar uma substância pela outra, mas ele defendeu, no capítulo III da sua monografia, que “a cromatina é imprópria para vehicular os factores” (*ibid.*, p. 14).

Para ele haveria duas possibilidades: a cromatina seria produzida fora do retículo lininiano (no nucléolo ou mesmo em pontos diferentes do carioplasma – a substância que está ao redor do retículo) ou ela seria elaborada fora do retículo. Ele sustentou, na continuação, que qualquer que fosse o caso, a cromatina teria que ser ‘genificada’, isto é, “receber da cromatina pré-existente a faculdade de transmitir os gens” (Toledo Piza, 1930, p. 16).

Como ocorreria a “genificação”? Na procura da resposta a esta pergunta Toledo Piza aventou duas possibilidades (indução e contato). Em relação à primeira ele assim se expressou:

Como se dará então, nesse caso, a genificação da cromatina de recente formação? Por iduccção, à semelhança do que se passa com a eletricidade, parece não ser possível à cromatina antiga transmitir à elaborada as faculdades genéticas que ela goza. Si isso se desse, não se poderia mais esperar a transmissibilidade dos caracteres por determinados chromosomios, vistos como, pela acção à distancia, os gens e provavelmente os cgromosomios, agindo uns sobre os outros, acabariam por se porem em equilíbrio genético (Toledo Piza, 1930, p. 17).

Em relação à segunda, comentou:

Também por simples contacto não deve ser, porque então, durante a synapsis, os chromosomios paternos e maternos que se conjugam e cada vez mais se estreitam, acabariam do mesmo modo por se tornarem geneticamente eguaes e todos os chromosomios que por ventura entrassem na constituição da compacta cabeça do espermatozóide, seriam equivalentes. Do mesmo modo os gens comprimidos pelas contracções progressivas tornar-

se-iam geneticamente iguaes, desaparecendo desse modo a pluri-valencia dos chromosomios (Toledo Piza, 1930, p. 17).

Propôs então uma terceira alternativa: “Para mim, só existe um meio que permite explicar a genificação da chromatina: – é pela geração” (Toledo Piza, 1930, p. 17). Como a cromatina nuclear não parecia provir da própria cromatina, esta substância não poderia ser portadora dos genes.

3.2 O *crossing-over* (permuta) não serve para explicar a recombinação dos fatores

A primeira crítica feita por Toledo Piza que diz respeito às relações entre *crossing-over* e a recombinação foi a inconsistência de algumas estimativas de distância entre os fatores, nos mapas citológicos até então propostos: os mutantes “speck” e “balloon”, praticamente juntos no mapa, distanciados de “star”, no extremo oposto do cromossomo, por cerca de 100 unidades de mapa, que apresentavam a mesma quantidade de recombinação com o mutante “black”, que está no meio do cromossomo.

Como poderiam dois fatores que estão juntos ter a mesma quantidade de recombinação com um terceiro e ainda um quarto, se estes últimos estão muito distantes entre si? Outras inconsistências foram arroladas por ele, baseadas em dados da literatura disponível sobre o assunto. Naturalmente, pensava ele, se os fatores estão distribuídos linearmente ao longo dos cromossomos, a percentagem de recombinação deve corresponder exatamente à distância que existe entre os fatores. A hipótese do *crossing-over* duplo, utilizada pelo grupo de Morgan para justificar algumas anomalias nos percentuais de recombinação, pareceu não tê-lo convencido. Mais ainda, o suporte citológico utilizado pela escola de Morgan para o *crossing-over*, isto é, o aparecimento de figuras na meiose conhecidas como *quiasmas*, não convenceu Toledo Piza, o qual utilizou referências da literatura para contestar esta hipótese. Ele concordava com a interpretação dada nos trabalhos de Clarence Erwin McClung (1927), para quem os quiasmas não passariam de simples efeitos óticos devidos à superposição de elementos orientados em direções cruzadas. Aqui Toledo Piza utilizou seu sólido conhecimento de citogenética e procurou mostrar que, de fato, os quiasmas poderiam ser apenas uma ilusão ótica devido ao

entrelaçamento dos cromossomos. Como nas fases iniciais da meiose há um entrelaçamento complexo entre os cromossomos, no leptóteno (leptotene, no dizer de Toledo Piza), haveria a possibilidade de que aí já ocorressem trocas entre cromossomos, não apenas entre homólogos, mas também entre heterólogos e com isso haveria a perda da identidade dos fatores no que concerne à sua localização em cromossomos específicos. Toledo Piza assim se expressou:

Em face dessas considerações ficam os adeptos da theoria chromosomica deante de um ríspido dilemma: – ou admitir a deslocação da chromatina em qualquer região em que se dê o contacto entre chromosomios ou parte de chromosomios homólogos ou não e com isto, uma desordenada circulação de gens íntegros ou fraccionários pelos chromosomios em mitose somática ou de maturação, o que contraria a todos os seus princípios fundamentaes, ou tirar toda a significação á theoria do crossing-over. Deante da lógica da primeira alternativa, só resta o abandono da segunda (Toledo Piza, 1930, pp. 49-50).

Em apoio à esta conclusão, se referiu ao próprio Morgan (1925), que não teria apresentado uma demonstração citológica convincente da permuta entre cromossomos. De fato, as evidências citológicas do *crossing-over* utilizadas por Morgan foram indiretas. Ele se baseou nos estudos citológicos feitos pelo citologista belga Franz Alphons Janssens (1909) feitos em *Batracosseps attenuatus* (salamandra). O fato de partes de cromossomos homólogos aparecerem enroladas umas sobre as outras em alguns momentos durante a gametogênese não significava necessariamente que os cromossomos trocassem partes, o que explicaria a recombinação³.

Ao final do extenso capítulo VI da monografia, Toledo Piza apresentou uma explicação para a recombinação entre fatores sem recorrer ao mecanismo do *crossing-over*; para tanto, ele utilizou os próprios fatores que Morgan e sua escola haviam estudado em *Drosophila melanogaster*: os mutantes “gray” e “long” e outros dois, “black” e “vestigial”, porém todos eles em diferentes cromosso-

³ Na realidade a correspondência entre *crossing-over* genético e *crossing-over* citológico viria a ser mostrada em trabalho de Creighton e McClintock, em 1931.

mos. Recorrendo ao conceito de associação entre cromossomos, ele irá mostrar que os resultados são análogos aos de Morgan e seus colaboradores (ver Toledo Piza, 1930, pp. 53-56).

3.3 A distribuição linear dos fatores deve ser abandonada

Um dos aspectos mais importantes da teoria cromossômica, destacado por Morgan, Sturtevant, Muller e Bridges no *The mechanism* (1915), era o do arranjo linear dos fatores ao longo dos cromossomos. No capítulo IV, Toledo Piza discutiu sobre isso.

Primeiramente, ele procurou afastar a possibilidade de que os fatores estivessem localizados nas estruturas citológicas conhecidas como *cromômeros*, uma série de grânulos de cromatina com forma e dimensões variáveis apresentadas pelos cromossomos durante uma das fases iniciais da meiose. Para Toledo Piza, se os fatores se encontrassem sobre esta última, então também deveriam estar sobre os conetivos que ligam segmentos da cromatina cromossômica e que, à medida que os cromossomos se individualizam (na fase conhecida como prófase), iriam se rompendo, de forma aleatória. Nesse sentido, ele comentou:

Ora, sendo essas rupturas exclusivamente casuais, os gens passarão indiferentemente para este ou para aquele lado, ocorrência lógica e perfeitamente natural, em franca oposição à idéia de uma prelocalização factorial. (Toledo Piza, 1930, p. 21)

Portanto, a seu ver, uma vez individualizados os cromossomos, estes poderiam conter genes vindos de qualquer parte do complexo cromatínico, o que alteraria a localização dos mesmos a cada processo de divisão meiótica. Um outro ponto levantado na argumentação contrária à distribuição linear dos fatores, é o da ocorrência de perdas de cromatina (“exsudação”, o termo usado pelo autor) durante os períodos de contração dos cromossomos. Como consequência, nas palavras de Toledo Piza:

A expulsão do exsudato, pelo seu lado, considerada sob o ponto de vista estritamente genético, dará apenas três resultados: – ou os gens expulsos voltam, por um mecanismo qualquer desconhecido, a fazer parte do mesmo cromosômio de que foram eliminados e nesse caso entrarão a ocupar um lugar indeterminado na série, ou eles passam a fazer parte de um cromosômio diverso ou se perdem no protoplasma. Qualquer desses resultados

contrária as concepções da *theoria chromosomica* (Toledo Piza, 1930, p. 22).

Em apoio às suas conclusões ele uma frase do próprio Morgan (1924): “Se a ordem linear mantém-se quando os cromossomos condensam, nós não sabemos”.

Um outro fato lembrado por Toledo Piza referia-se à formação dos cromômeros: uma vez duplicada a quantidade de cromatina, ou eles seriam (como portadores dos genes) indeformáveis e, neste caso, devido ao encurtamento dos cromossomos no processo de divisão, os cromômeros deveriam se sobrepor uns aos outros, ou se deformam, originando verdadeiros discos de pequena espessura, com diâmetro igual ao do cromossomo. Segundo ele, isso não seria um obstáculo para a permuta, mas acarretaria um problema para o arranjo idêntico destes corpúsculos para a próxima divisão celular. Não bastasse esta dificuldade para aceitar a distribuição linear dos fatores nos cromossomos, Toledo Piza acrescentou outra, ainda tomando como hipótese que os cromômeros fossem os portadores dos fatores: durante o processo de meiose os cromômeros aumentam de volume, “alcançando dimensões muitas vezes maiores do que as que apresentavam no início” (Toledo Piza, 1930, p. 25).

Portanto, concluiu ele, ou o gene cresce correspondentemente, ou o gene apenas se duplica, não acompanhando o crescimento do seu suporte e nesse caso, perde-se na massa de cromatina. Neste último caso, haveria uma consequência ainda desastrosa para a teoria da linearidade, isto é, um gene duplicado poderia ficar em uma posição excêntrica na massa de cromatina e quando da divisão, um gene ficaria com grande quantidade de cromatina e o outro, com pequena. Assim, dois cromômeros diferentes quanto à forma e ao tamanho poderiam servir de suporte para um mesmo gene ou genes homólogos.

Para finalizar a sua crítica à linearidade dos fatores, ele alude ao fato de que ao se separarem da placa metafásica, os cromossomos se dirigem aos pólos opostos da célula, e lá perdem a sua individualidade. Como, então, poderiam manter a ordem linear dos fatores?

3.4 A individualidade e a perenidade da porção cromática dos cromossomos não tem sustentação

Este aspecto, desenvolvido no capítulo VIII da monografia de Toledo Piza, segundo ele, põe em risco todo o “edifício mendeliano e com elle, toda a genética” (Toledo Piza, 1930, p. 67). É exatamente isso que ele procurou mostrar. Para tanto, sustentou que a linina se auto-reproduz, enquanto que a cromatina seria um simples produto de elaboração, isto é, “o filamento de linina despe-se após cada mitose da chromatina que o reveste para, na próxima, novamente recobrir-se dessa substância.” (Toledo Piza, 1930, p. 68). Ao fazer essa afirmação Toledo Piza baseou-se na observação citológica, acreditando que os cromossomos perderiam sua individualidade e tornar-se-iam como fios enovelados (supostamente, pois, restando apenas a linina).

Nas páginas seguintes ele tratou de rever algumas informações da literatura dando conta da dificuldade em testemunhar a individualidade dos cromossomos – e, portanto, a sua perenidade – no núcleo interfásico. Naturalmente que se a hipótese da cromatina como portadora dos fatores fosse abandonada (e substituída pela hipótese da linina), essas dificuldades desapareceriam, ou, nas suas próprias palavras, “a hereditariedade assenta, por assim dizer, no dogma chromatico” (Toledo Piza, 1930, p. 72).

3.5 A interpretação dos achados citológicos e genéticos é compatível com a noção de um *plastinema* (conjunto de filamentos da linina no núcleo interfásico)

Esta proposta está apresentada no capítulo IX do trabalho, o último antes de “Resumo e Conclusões”. O autor a apresentou como uma teoria, assentada em dois suportes: o veículo dos fatores e a distribuição desses fatores sobre o veículo. Desta forma, a linina seria o veículo dos fatores, enquanto que acromatina teria um importante papel no metabolismo celular e na proteção da linina. O núcleo celular em repouso com seus longos filamentos de linina formaria o que Toledo Piza chamou de *plastinemas*. A dinâmica deste sistema iniciaria com a contração do mesmo, os quais, “roçando-se uns contra os outros, comprimindo-se, entrelaçando-se não poderiam manter a sua integridade, si se não revestissem de uma capa protectora.” (Toledo Piza, 1930, p. 70). Tal

capa protetora seria executada pela cromatina, a qual impediria também que houvesse troca de partes entre os veículos dos fatores. Mesmo com os cromossomos contraídos ao máximo, os *plastinemas* estariam protegidos pelo “córtex chromatico”. Na continuação, à medida que os cromossomos novamente vão desaparecendo, já com a formação dos novos núcleos celulares, a cromatina deixaria sua função protetora e passaria a desempenhar outras funções na célula. Como se percebe, aqui ele faz uso de uma hipótese “ad hoc”, para explicar a volta ao padrão de um núcleo interfásico. Considerando as vantagens de sua teoria em relação à cromossômica, Toledo Piza assim se expressou:

Á luz da theoria do plastinema, poderemos dar uma explicação muito simples e compreensível para o reaparecimento da dualidade dos chromosomios no inicio da prophase. Essa dualidade seria simplesmente o resultado do estiramento dos plastinemas filhos, que durante toda a telophase, a interphase e a prophase seguinte se mantivessem ao lado um do outro (Toledo Piza, 1930, p. 78).

O outro ponto da teoria, o da distribuição dos fatores, ficaria resolvido admitindo-se que estes não seriam particulados, mas simplesmente corresponderiam à função total do plastinema, “a manifestação da sua actividade, é a sua vida”. O plastinema seria, portanto, uma unidade biológica, um todo.

4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Como pudemos ver, dentre as várias restrições que fazia à teoria cromossômica, Toledo Piza incluiu: o *crossing-over* (permuta) não explica a recombinação; os quiasmas seriam apenas ilusões óticas; as anomalias em relação aos mapas cromossômicos para fatores localizados a longas distâncias tornavam o arranjo linear dos fatores pouco provável. Da maneira pela qual a teoria foi proposta, a individualidade dos cromossomos era um aspecto fundamental. Entretanto, segundo o citologista brasileiro não havia evidências de que os cromossomos conservassem sua individualidade durante a divisão celular. A observação citológica trazia sérias dúvidas em relação a este ponto. Por outro lado, se a cromatina não se conservava, o oposto se passaria com a linina, daí a veiculação dos fatores à mesma.

Muitas das dúvidas e questionamentos de Toledo Piza no trabalho que analisamos já haviam aparecido em etapas anteriores do processo que levou ao estabelecimento da teoria cromossômica, sendo apontadas por outros autores. Por exemplo, William Bateson e Reginald Crundall Punnett haviam proposto para explicar a recombinação, a hipótese da reduplicação (Bateson & Punnett, 1911a). Esta não incluía os cromossomos mas considerava que um maior número de divisões celulares para os gametas onde apareciam as combinações maternas e paternas e um menor número de divisões para os gametas recombinantes explicavam o aparecimento de maior número de descendentes semelhantes aos progenitores (Martins, 1997, cap. 2, pp. 2.22-2.23). Posteriormente Bateson (1916) e outros chamaram a atenção para a falta de evidências citológicas do *crossing-over* em *Drosophila* e para o fato de que as evidências apresentadas por Morgan e colaboradores em 1915 além de serem indiretas terem sido obtidas a partir de observações com outro organismo. Apesar de ter aceitado outros aspectos da teoria em 1926, ano de sua morte, Bateson continuava fazendo críticas à falta de evidências citológicas do *crossing-over* (carta de William Bateson para C. Dobell, 1924, *apud* Cock, 1983, p. 24). O próprio Morgan em seu livro *The theory of the gene* (1926) reconheceu que a “evidência citológica da permuta tinha uma base questionável” (Morgan, 1926, p. 39). Como as evidências citológicas do *crossing-over* em *Drosophila* somente foram apresentadas em 1931 por Curt Stern, era justificável a crítica de Toledo Piza a esse respeito.

De modo análogo as discrepâncias em relação às previsões para fatores localizados a longas distâncias também já haviam sido mencionadas em etapas anteriores. Porém, nesse caso, aparentemente grande parte desses problemas já havia sido solucionada através das contribuições de John B. S. Haldane e Trow (ver Martins, 1997a, capítulo 6).

Como pudemos perceber, ao contrário de diversos partidários da teoria cromossômica, Toledo Piza, acreditava que os fatores não estariam na cromatina mas sim na linina (a moldura acromática da cromatina) e propôs uma teoria alternativa: a teoria do platinema. Entretanto, esta sua suposição se baseou em observações citológicas.

Diversas críticas feitas por Toledo Piza, como mencionamos anteriormente, apareceram em etapas anteriores; outras foram feitas por outros cientistas, principalmente franceses como Guyénot e Naville e de outras nacionalidades como Stauffacher, Johannsen, em geral através de trabalhos publicados no final da década de 1920.

De todo o modo, a aceitação de teorias não é um processo tão simples e imediato e, certamente, existem estudiosos com estilos ou personalidades científicas diferentes (ver Martins, 2002). Nesse sentido, Toledo Piza não pode ser considerado um excêntrico ou tolo.

Poderíamos considerar Wilhelm Johannsen, que deixou importantes contribuições tais como ter cunhado os termos gene; genótipo e fenótipo, desenvolvido o conceito de linhagens puras um excêntrico? Embora aceitasse os princípios mendelianos, ele rejeitou a teoria cromossômica durante toda a sua vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Aldo Mellender. Spreading the evolutionary synthesis: Theodosius Dobzhansky and genetics in Brazil. *Genetics and Molecular Biology* **27** (3): 467-475, 2004.
- BATESON, William. [Review of Morgan et al., *The mechanism of Mendelian heredity*, 1915]. *Science* **44**: 536-543, 1916.
- BATESON, William; PUNNETT, Reginald Crundall. On gametic series involving reduplication of certain terms. *Journal of Genetics* **1**: 293-302, 1911.
- COCK, Alan G. William Bateson's rejection and eventual acceptance of chromosome theory. *Annals of Science* **40**: 19-59, 1983.
- CREIGHTON, Harriet B. e McCLINTOCK, Barbara. A correlation of cytological and genetical crossing-over in *Zea mays*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **17**: 492-497, 1931.
- LORDELLO, Luiz Gonzaga E. Salvador de Toledo Piza Júnior (28/XII/1898 – 22/I/1988). *Revista Brasileira de Zoologia*, **5** (4): 637-640, 1988.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. Campinas, 1997 (a).

- Tese [Doutorado em Genética] – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- . William Bateson e a teoria cromossômica: críticas e aceitação parcial. Pp. 356-61. In: ALVES, Isidoro Maria & GARCIA, Elena Moraes (eds.). *Anais do VI Seminário de História da Ciência e Tecnologia da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1997 (b).
- . Thomas Hunt Morgan e a teoria cromossômica: de crítico a defensor. *Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista* **3** (6): 100-126, 1998.
- . Did Sutton and Boveri propose the so-called “Sutton-Boveri chromosome hypothesis?”. *Genetics and Molecular Biology* **22** (2): 261-271, 1999.
- . Diferentes “estilos” ou “personalidades” científicas: um estudo de caso. Pp. 258-265, in: HORENSTEIN, Norma; MINHOT, Leticia; SEVERGNINI, Hernán (eds.). *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las XII Jornadas, Facultad de Filosofía e Humanidades*. Vol. 8. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2002.
- . The debate about the arrangement of genes on chromosomes: Castle’s tridimensional model, 2008. [a ser submetido para publicação].
- McCLUNG, Clarence Erwin. The chiasmotype theory of Janssens. *The Quarterly Review of Biology*, **2** (3): 344-366, 1927.
- MORGAN, Thomas Hunt. *The physical basis of heredity*. Philadelphia and London: J. B. Lippincott, 1919.
- . *Evolution and genetics*. Princeton: Princeton University Press, 1925.
- . *Mendelian heredity in relation to cytology*. Chicago: The University of Chicago Press, 1924.
- . *The theory of the gene*. Chicago: University of Chicago Press, 1926.
- MORGAN, Thomas H.; STURTEVANT, Alfred H.; MULLER, Herman J.; BRIDGES, Calvin B. *The mechanism of Mendelian heredity*. New York: Henry Holt and Company, 1915.
- SHARP, Lester W. *Introduction to cytology*. New York: McGraw-Hill, 1921.

- STEFANO, Waldir. Octavio Domingues e a eugenia no Brasil: uma perspectiva mendeliana. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, **7** (7): 496-502, 2001.
- SUTTON, Walter S. The chromosomes in heredity. *Biological Bulletin* **4**: 231-251, 1903.
- TOLEDO PIZA JR., Salvador. Determinação do sexo em *Teleonomus fariai* lima e considerações sobre alguns problemas biológicos. *Revista de Agricultura*, **4** (7-8): 273-285, 1929.
- . *Localização dos factores na linina nuclear como base de uma nova theoria sobre a hereditariedade*. Piracicaba: [s.n.] 1930.
- . The usefulness of the spindle fibers for moving the chromosomes. *American Naturalist*, **77**: 442-462, 1943.
- WHITE, Michael J. D. *Animal cytology and evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1973.

Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia

André Luis Corrêa *

Paloma Rodrigues da Silva #

Fernanda Aparecida Meglhioratti §

Ana Maria de Andrade Caldeira ¶

Resumo: O foco de estudo da Biologia é a própria vida ou os seres vivos, logo esse conceito pode ser unificador das diversas áreas da biologia promovendo maior integração no ensino de ciências e menor fragmentação dos seus diversos conceitos. O resultado é a construção de um conhecimento sintético facilitador do processo de ensino/aprendizagem. Com isso objetivamos apresentar uma breve revisão histórica do conceito de vida, enfatizando as discussões atuais e a possibilidade de uma definição abrangente de vida; analisar através de categorias obtidas a partir da revisão histórica as concepções de vida encontradas em alunos e professores da educação básica; e tecer considerações sobre o papel de uma discussão sobre vida no ensino de biologia.

Palavras-chave: biologia teórica; conceito de vida; ensino de biologia.

Historical and philosophical aspects of the concept of life: contributions to the teaching of Biology

Abstract: The main focus of Biology is life itself, or the study of living beings. Hence the concept of life can unify several fields of biology promoting a wider integration in science teaching and a smaller fragmentation of its concepts. The

* Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, UNESP/Bauru. E-mail: andrelc@fc.unesp.br

Graduanda do Curso de Ciências Biológicas, UNESP/Bauru. Bolsista FAPESP. E-mail: pa_bio@fc.unesp.br

§ Docente do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, UNIOESTE/Cascavel. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, UNESP/Bauru. E-mail: meglhioratti@gmail.com

¶ Docente do Departamento de Educação da Faculdade de Ciência, UNESP/Bauru. E-mail: anacaldeira@fc.unesp.br

result of this approach is the construction of a synthetic knowledge producing an easier process of teaching/learning. To further this aim we present here a brief historical review of the concept of life, emphasizing the current discussions and the possibility of a wide definition of life; employing the categories obtained by this historical review, we analyze the life concepts found among students and teacher of the fundamental level; and we present some considerations concerning the role of a discussion of the life concept in the teaching of Biology.

Key-words: theoretical biology; concept of life; biology teaching.

1 INTRODUÇÃO

A palavra *Biologia* significa o estudo da vida, e justamente neste termo está uma das principais dificuldades de conceituação da *Biologia*, seja porque muitos cientistas acreditam não existir necessidade de conceituar vida para o desenvolvimento de suas pesquisas empíricas (Ricken, 2005) ou pela própria dificuldade de conseguir um conceito universal de vida (Ruiz-Mirazo, Peretó & Moreno, 2004). O conceito de vida, no entanto, tem sido discutido ao longo da história da *Biologia* e em determinados momentos associado às diferentes abordagens de pensamento como o vitalismo e o organicismo.

No século XIX, o conceito de vida emerge como um problema de cunho científico. Como destaca Foucault (2000), com o surgimento da *Biologia*, explicar vida passa a ser um problema, pois até então, o que existia eram os estudos sobre os seres vivos, considerados como categorias taxonômicas das coisas naturais. Para o autor, era comum repartirem-se as coisas da natureza em três classes: os minerais, aos quais se reconhece o crescimento, mas não movimento e sensibilidade; os vegetais, que podem crescer, mas não são suscetíveis de sensação; os animais, que se deslocam espontaneamente.

Segundo Coutinho (2005), apesar do conceito de vida só constituir-se em um problema de cunho científico a partir da virada do século XVIII para o XIX, por se tornar o objeto de uma área específica do conhecimento, antes disso vários filósofos, como por exemplo, Aristóteles, buscaram discutir o conceito de vida. Entretanto, nas cosmologias antigas e medievais, as idéias de matéria, vida e espírito estavam por demais confundidas umas com as outras para que se pudesse distingui-las.

A partir da busca de uma ciência unificada dos seres vivos, algumas teorias buscaram caracterizar o conceito de vida pela existência de forças ou essências próprias dos seres vivos. No entanto, como Mayr (2005) indica, em meados do século XX, a Biologia passa a entender os seres vivos como sendo compostos pelos mesmos elementos da matéria inanimada, negando a existência de uma substância particular dos seres vivos. Dessa forma, Mayr (2005) destaca um crescimento de certo ceticismo sobre a possibilidade de se definir vida presente entre biólogos. O próprio Mayr (1998) compartilha desse ceticismo, indicando a possibilidade de definir processos da vida, mas não o conceito de vida.

Tentativas para definir a “vida” foram feitas com frequência. Tais esforços são simplesmente fúteis, pois hoje está perfeitamente claro que não há uma substância especial, um objeto, ou uma força que possam ser identificados com a vida. Contudo os processos da vida podem ser definidos. Não há dúvida que os organismos vivos possuem certos atributos que não se encontram, ou não se encontram da mesma maneira, nos objetos inanimados (Mayr, 1998, p. 71).

Apesar do ceticismo expresso acima e do fato de que as tentativas atuais de se definir vida, em geral, ocorrem através de listas de propriedades comuns a todos os seres vivos que inevitavelmente não são abrangentes e satisfatórias, a importância de se definir vida tem sido retomada pela Biologia Teórica.

Já que o foco de estudo da biologia é a própria vida ou os seres vivos, uma discussão sobre a possibilidade de explicações teoricamente fundamentadas do conceito de vida é importante para integrar o conhecimento biológico a partir de determinadas abordagens. Estudos indicam que algumas das explicações teoricamente bem fundamentadas do conceito de vida já presentes na Biologia Teórica poderiam funcionar como uma rede conceitual unificadora das diversas áreas da biologia (Emmeche & El-Hani, 2000; Kawasaki & El-Hani, 2002) promovendo maior integração no ensino de ciências e menor fragmentação dos diversos conceitos da biologia (Coutinho, 2005).

Considerando a importância de explicações de vida para a Biologia Teórica e a possibilidade desse conceito apresentar um caráter integrador do ensino de biologia, objetivamos: apresentar uma

breve revisão histórica do conceito de vida, enfatizando as discussões atuais e a possibilidade de uma definição abrangente de vida; analisar através de categorias obtidas a partir da revisão histórica as concepções de vida encontradas em alunos e professores da educação básica; e tecer considerações sobre o papel de uma discussão sobre vida no ensino de biologia.

2 ASPECTOS HISTÓRICOS E FILOSÓFICOS DO CONCEITO DE VIDA

Várias foram as definições para o conceito de vida ao longo da história, ao que parece, o primeiro filósofo a apresentar uma definição formal de vida foi Aristóteles, em seu tratado denominado *Da Alma* (Coutinho, 2005). Para Aristóteles, todos os seres contêm dois princípios: a matéria e a forma, que segundo Ross (1987), podem ser compreendidos como inseparáveis. No entanto a matéria ainda que necessite da forma, continua existindo na ausência dela. E, também, a forma para sua existência, requer não qualquer tipo de matéria, mas a matéria de uma determinada espécie. Enquanto “matéria” é, em geral, o potencial, “forma” é o corpo “em ação”. Aristóteles exprime que o ser é a *enteléquia* de um corpo orgânico “potencialmente dotado com vida” (Allan, 1983, p. 66). Em suma, em *Da Alma* Aristóteles diz que “a vida é aquilo pelo qual um ser se nutre, cresce e perece por si mesmo” (Aristóteles, *Da Alma*, II, 1, 412a, 10-20).

Segundo a tradição cristã a vida é aquilo que nos salva da morte e da aniquilação. Essa definição de vida vai persistir por toda a Idade Média e, juntamente com os pensamentos aristotélicos, irá influenciar diversos pensadores, como é o caso de Santo Tomás de Aquino, que através de sua dialética promove uma cristianização da filosofia aristotélica. Mais do que recuperar o pensamento aristotélico, Santo Tomás fez as devidas adaptações à visão cristã. Em sua obra “Suma Teológica” as questões de fé são abordadas pela “luz da razão” e a filosofia é o instrumento que auxilia o trabalho da teologia (Aranha & Martins, 1986, p. 134). Surge então a filosofia aristotélico-tomista. Para Aquino, a vida só é possível devido a uma força externa. Fazendo parte de uma tradição religiosa que considera a alma imortal, Santo Tomás insiste sobre a

independência da alma em relação ao corpo, o que é impensável em termos aristotélicos (Ferrater-Mora *apud* Coutinho, 2005).

Séculos depois na Era Moderna, adeptos de outras correntes filosóficas como vitalismo, organicismo e mecanicismo debateram sobre o conceito de vida. Dentro dessas correntes existiu uma grande diversidade de pensadores. Como afirma Frezzatti (2003), no século XIX várias correntes debatiam-se entre si para definir o fenômeno vital. Nesse contexto, não se encontravam pesquisadores com posturas, por exemplo, do mecanicismo puro ou do vitalismo puro. Portanto, ocorria uma variedade de idéias entre as diferentes correntes de pensamento, que muitas vezes estiveram intrinsecamente relacionadas. Colocando essa ressalva, a seguir buscamos construir uma visão geral sobre essas correntes de pensamento.

O vitalismo era uma posição filosófica caracterizada por postular a existência de uma força ou impulso vital sem a qual a vida não poderia ser explicada. Assim, o princípio vital seria uma força específica, distinta da energia estudada pela Física e outras ciências naturais, que atuando sobre a matéria organizada daria como resultado a vida. O vitalismo argumentava que os organismos vivos (não a matéria simples) distinguem-se das entidades inertes porque possuem força vital (ou *élan vital*, em francês) que não é nem física, nem química. Esta força foi identificada frequentemente com a alma, termo amplamente utilizado pelos sistemas religiosos (Westfall, 2003).

O vitalismo podia ser visto sob duas vertentes: *fluido vital*, onde este fluido poderia ser transmitido de corpo para corpo através da reprodução; *força vital*, no qual esta força seria algo inerente ao corpo vivo, similar a característica do magnetismo (Hull, 1974).

Já o organicismo entende que os organismos apresentam propriedades relacionadas ao todo, ou seja, que propriedades de um determinado nível de complexidade pode não decorrer diretamente de suas partes, mas da interação entre elas (Rehmann-Sutter, 2000, p. 337; Gilbert & Sakar, 2000, p. 2).

Uma outra vertente foi o mecanicismo, o qual compreendia que o atributo do mundo era a regularidade dos fenômenos naturais. O mecanicismo, contrariamente ao organicismo anteriormente reinante que concebia o mundo como um organismo vivo orientado para um fim, via a natureza como um mecanismo cujo

funcionamento se regia por leis precisas e rigorosas. O mecanicismo caracteriza-se por dois princípios básicos: a crença de que toda ciência deriva-se da Mecânica e a conclusão resultante de que as criaturas viventes poderiam ser tratadas pura e simplesmente como máquinas (Hull, 1974). A tarefa do cientista era a de estudar as relações de reciprocidade que existem entre as distintas partes do universo, sob a suspeita de que essas partes deveriam estar ajustadas umas às outras de modo parecido às peças de uma máquina (Coutinho, 2005, p. 58).

Dentre os críticos do mecanicismo, temos no século XIX Ernst Heinrich Haeckel, biólogo alemão, importante defensor do darwinismo. Seu trabalho é fundamentado numa concepção monista do mundo, ou seja, admitindo a idéia de que a substância possui os atributos matéria e energia e que estes ocorrem segundo as leis da conservação da matéria e da conservação da energia, sendo todos os corpos sensíveis. O autor pretende diferenciar-se do materialismo e do espiritualismo. Haeckel não considera a alma algo transcendente e dado, mas algo constituído historicamente, isto é, por um desenvolvimento filogenético lento e progressivo iniciado nos vertebrados inferiores (Frezzatti, 2003, p. 447).

Opondo-se ao mecanicismo e a Haeckel, Friedrich Nietzsche (1844-1900) busca uma terceira via para explicar o orgânico: a auto-regulação sustentada por relações de dominação. O indivíduo, para Nietzsche, é uma ficção psicológica e gramatical. O que chamamos de indivíduo é resultante de uma luta interna entre as menores partes do organismo – células, tecidos e órgãos – aliados ao vencer de certas partes e ao definir de outras (Frezzatti, 2003). O embate nietzschiano, por ser luta por dominação, é uma relação de resistência entre aquele que obedece e o que comanda, na qual um deve prevalecer e assimilar o outro. Para Nietzsche, a crença em uma alma indestrutível, eterna e indivisível deve ser expulsa da ciência – o que, em linhas gerais, também era o objetivo de Haeckel. É nesse contexto que o filósofo alemão acredita que a verdade científica toma o lugar de Deus (Frezzatti, 2001, p. 65-90).

2.1 O conceito de vida na ciência contemporânea

A partir de 1930, segundo Mayr (2005), a postura vitalista foi erradicada do pensamento biológico pelo fracasso dos experimen-

tos para demonstrar a existência de uma força vital e pelo surgimento de uma nova biologia que conseguia responder os problemas tradicionalmente considerados pelo vitalismo. Para Mayr (2005), a rejeição do vitalismo, juntamente com a retirada de determinadas formas teleológicas de pensamento, foi um importante processo na constituição da biologia como uma ciência autônoma.

Concomitantemente ao entendimento de que não existia um princípio vital que caracterizasse os seres vivos cresceu certo ceticismo entre os biólogos sobre a possibilidade de se definir vida. Assim, descreve-se uma série de propriedades e fenômenos presentes nos seres vivos, sem uma preocupação maior em produzir um conceito teoricamente fundamentado de vida.

Entretanto, apesar do ceticismo, surgem na Biologia Teórica tentativas de formular definições de vida que funcionem como uma rede conceitual dentro da biologia. Nesse sentido, Emmeche e El-Hani (1999) apontam que uma definição de vida deveria satisfazer os seguintes requisitos: ser geral e abranger todas as formas possíveis de vida; ser coerente com a compreensão dos sistemas vivos na ciência moderna; apresentar elegância conceitual, com conceitos claros e bem definidos, sendo capaz de organizar uma grande parte do campo do conhecimento da biologia; e ser suficientemente específica para distinguir sistemas vivos de sistemas que obviamente não são vivos. A proposição de uma definição de vida inserida dentro de redes teóricas específicas evita que esta definição se torne mais uma lista de características, pois as características apresentadas serão apenas aquelas que se mostram relevantes à luz de determinado paradigma (Emmeche & El-Hani, 1999).

Amparado nessas condições sobre a definição de vida, podem-se destacar presente na literatura contemporânea as seguintes definições de vida que se afastam apenas de elencar uma lista de propriedades: vida como autopoiese, vida como seleção de replicadores, vida como interpretação de signos, numa abordagem biossemiótica (Emmeche & El-Hani, 1999) e vida como sistemas autônomos com evolução aberta (Ruiz-Mirazo, Peretó & Moreno, 2004).

2.2 Explicações teoricamente fundamentadas do conceito de vida

2.2.1 *Vida como autopoiese*

A *autopoiese* consiste em uma idéia de uma organização circular como atributo definidor dos sistemas vivos. A vida seria um sistema organizacionalmente fechado, ocorrendo através de uma rede de interações, no qual todos componentes são ao mesmo tempo produto e produtor da rede. Não se trata, contudo, de negar a importância do intercâmbio entre sistema vivo e ambiente. A rede de componentes que corresponde ao sistema vivo é fechada em termos organizacionais, mas aberta em termos materiais e energéticos, ou seja, ela está sempre trocando matéria e energia com o ambiente externo (Maturana & Varela, 1973).

2.2.2 *Vida como seleção de replicadores*

A capacidade dos seres vivos de produzirem cópias de si mesmos, mantendo suas características genéticas básicas através das gerações e de, ao mesmo tempo, sofrerem modificações genéticas advindas dos processos de mutação e/ou recombinação, evoluindo com o passar do tempo, é um dos fundamentos para a teoria evolutiva neodarwinista (Mettler & Gregg, 1973).

A partir desse pressuposto, Emmeche e El-Hani (2000) inferem que é possível encontrar no âmbito da teoria sintética da evolução uma noção implícita de vida, entendida como seleção de replicadores. Para esses autores, a vida pode ser entendida no contexto desta teoria como:

Uma propriedade de populações de entidades que (1) são capazes de auto-reprodução; (2) herdaram características de seus predecessores por um processo de transferência de informação genética e, assim de características hereditárias (implicando uma distinção entre genótipo e fenótipo); (3) apresentam variação em virtude de mutações aleatórias (no genótipo); e (4) têm as chances de deixar descendentes determinadas pelo sucesso de sua combinação de propriedades (herdadas como genótipo e manifestas como fenótipo) nas circunstâncias ambientais nas quais vivem (seleção natural). (Emmeche & El-Hani, 2000, p. 43)

Apesar da noção de vida explicitada por Emmeche e El-Hani (2000) estar dentro do paradigma da teoria sintética da evolução (e

essa tradicionalmente enfatizar a seleção genética), a proposta de explicação de vida apresentada por esses autores não restringe o nível de atuação da seleção natural. Portanto, dentro dessa elucidação do conceito de vida, podem-se encontrar tanto abordagens que enfatizam apenas os replicadores – como a idéia do gene egoísta desenvolvida por Richard Dawkins (2001) – quanto concepções mais abrangentes que destacam o papel dos replicadores (por exemplo, os genes) e dos interagentes (por exemplo, os organismos) – como aquela desenvolvida por David Hull. No entanto, mesmo na visão de Hull, os interagentes dependem essencialmente de um conjunto de moléculas replicadoras que mantêm as características hereditárias.

2.2.3 Vida como interpretação de signos

A biossemiótica é um campo de conhecimento novo na filosofia da biologia que procura compreender a vida não apenas pela organização das moléculas, mas também pela interpretação de signos na natureza. Trata-se de uma maneira de entender a vida biológica como um fenômeno semiótico sustentado principalmente na teoria de Charles Sanders Peirce (1839-1914).

Para Peirce (1958), um signo é algo que se refere a alguma outra coisa, em algum de seus aspectos. O efeito de um signo sobre o sistema que o interpreta é chamado de interpretante. Dessa forma, a ação do signo (semiose) ocorre por meio de uma relação triádica entre o signo (elemento que media a relação entre objeto e interpretante), um objeto (o que é representado no signo) e um interpretante (o efeito do signo sobre o intérprete).

Para alguns autores (Hoffmeyer, 1997; Hoffmeyer, 2001; El-Hani, Arnellos & Queiroz, 2007), essa teoria dos signos traz contribuições para a compreensão do funcionamento dos sistemas vivos. Eles argumentam que a origem da semiose no mundo vivo coincide com o aparecimento das primeiras células, ou seja, de membranas que separavam um ambiente interno (intracelular) e um ambiente externo (extracelular). Assim, baseando-se no conceito de signo e na ação do signo podem-se estudar organismos e como eles interpretam seu ambiente. Para Hoffmeyer (1997), mesmo uma bactéria mostra-se capaz de interpretar os fatores físico-químicos de seu ambiente e responder a estes graças à inter-

pretação de signos, na medida em que é capaz de orientar-se conforme um gradiente de nutrientes.

2.2.4 Vida como sistemas autônomos com evolução aberta

Nessa definição, procura-se relacionar a idéia de que os seres vivos são redes de interações complexas que se automantém (o que se aproxima da noção de *autopoiese*) com os processos seletivos e evolutivos. Ou seja, nessa rede de interações que caracteriza os seres vivos aparecem determinadas formas de registros de informação (que pode ser a própria estrutura e vias de interação, e não apenas o DNA) que podem ser passado às gerações seguintes, permitindo que os sistemas vivos sejam selecionados ao longo do tempo.

Para (Ruiz-Mirazo, Peretó & Moreno, 2004) a vida poderia ser elucidada como qualquer *sistema autônomo* com *capacidade evolutiva aberta* (*open-ended evolutionary capacity*). Esses autores entendem como sistema autônomo e capacidade evolutiva aberta (*open-ended evolutionary capacity*) respectivamente:

(i) por autônomos nós compreendemos um sistema longe do equilíbrio que se constitui e se mantém estabelecendo uma identidade organizacional dele próprio, uma unidade funcionalmente integrada (homeostática e ativa) baseada em um conjunto de acoplamentos endergônicos-exergônicos entre processos construídos internamente, bem como, outros processos de interação com seu ambiente.

(ii) Por capacidade evolutiva aberta nós entendemos o potencial de um sistema em reproduzir sua dinâmica básica constitutiva e funcional, possibilitando uma variedade ilimitada de sistemas equivalentes, de formas de expressão dessas dinâmicas, que não estão sujeitas a qualquer predeterminação superior de complexidade organizacional (mesmo que eles tenham ainda restrições energético-materiais impostas por um ambiente finito e por leis físico-químicas universais) (Ruiz-Mirazo, Peretó & Moreno, 2004, pp. 330-331).

Essa definição acaba sendo mais abrangente, no sentido que acaba por englobar a idéia de rede de interações presente na teoria da autopoiese e a noção neodarwinista de vida.

3 AS CATEGORIAS HISTÓRICAS E FILOSÓFICAS DE VIDA

A partir da revisão histórica discutida nos tópicos anteriores, elaboramos algumas categorias para utilizá-las nas análises da parte empírica desse trabalho. As categorias elaboradas foram então utilizadas para discutir o conceito de vida presente nas concepções de alunos e professores da educação básica. As categorias elaboradas através da revisão histórica foram:

1. *Vida como a presença de uma substância específica dos seres vivos*. Por exemplo, princípio vital.
2. *Vida como uma criação divina*. Por exemplo, visão cristã em Sto. Thomas de Aquino.
3. *Vida como organismo que surge da luta entre suas partes*, encontrada em Nietzsche.
4. *Vida como autopoiese*, considerada como uma rede complexa de interações no qual os componentes são ao mesmo tempo produtos e produtores da rede.
5. *Vida como interpretação de signos*, a partir do campo de conhecimento da biossemiótica.
6. *Vida como seleção de replicadores*, a partir de uma visão neodarwinista.
7. *Vida como sistemas autônomos com evolução aberta*, integrando os conceitos de autonomia e evolução.
8. *Vida como lista de propriedades*, por exemplo, em Mayr (2005).

4 AS CONCEPÇÕES DE VIDA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

A seguir, apresentamos os dados que serão objetos de análise sobre as concepções que professores e alunos expressaram em relação ao conceito de vida. Esses dados foram coletados entre alunos do Ensino Fundamental e professores do Ensino Médio da rede pública do estado de São Paulo.

Para a coleta de dados dos alunos do Ensino Fundamental, entrevistamos seis alunos da 6ª série (7º ano) que ocorreu no ambiente escolar, após o pesquisador ter acompanhado a turma por uma semana nas aulas de ciências, com a finalidade de ambientação dos alunos com a presença dele. A pesquisa foi feita por meio de entrevistas semi-estruturadas individuais que perguntava sobre temas referentes à vida biológica.

Em relação aos professores de Biologia, contamos com 20 participantes, professores de biologia do Ensino Médio de colégios públicos. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semi-estruturadas individuais abordando temas relacionados a concepções de vida, crenças religiosas e discussões sobre o tema em sala de aula.

Estas entrevistas foram gravadas e transcritas, em seguida analisadas de forma qualitativa. Para analisar os dados coletados junto a alunos e professores formulamos categorias a partir desta revisão histórica do conceito de vida. Essas categorias serviram de base para analisarmos os argumentos de ambos os grupos de entrevistados. Na representação dos sujeitos de pesquisa foram utilizadas as designações Ax , onde A é o Aluno e x seu número, Py , onde P é o professor e y seu número, e E , o entrevistador. A seguir descreveremos as categorias com os excertos de diálogos extraídos dos discursos dos entrevistados.

4.1 As concepções de vida em alunos do Ensino Fundamental

Dentre os alunos pesquisados a *categoria 8. Vida como lista de propriedades* constou em todas as respostas dos alunos. Podemos perceber nos fragmentos a seguir esse tipo de categoria.

A2: Acho que respirando, enxergando.

A6: Um se mexe, o outro não se mexe, sei lá. O ser vivo respira, porque tem vida, né?

Dos seis alunos entrevistados, cinco apresentaram em sua definição conotações religiosas, enquadrando-se na *categoria 2. Vida como uma criação divina*. No entanto, podemos notar que o ensino científico no contexto escolar, mesmo com erros conceituais, acaba por confrontar a crença religiosa, promovendo um conflito

cognitivo nos alunos. Isso pode ser verificado nos fragmentos de falas destacados a seguir:

A3: Eu acho que foi Deus que criou tudo. [...] Eles sempre mostram na TV, os professores falam, que a gente vem do macaco. Isso porque, eu não acredito, tipo, mais em uma coisa e mais em outra. Mas eu confundo, foi Deus que criou a gente, mas também, parece, por outro lado, que a gente vem de lá [...].

A4: Sei lá, porque tem a teoria de Deus e a teoria disso [Evolução]. [...] Eu acho que Deus, Deus em primeiro lugar. [...] Que os dinossauros existiram eu acredito, e todos aqueles bichos jurássicos.

E: Mas qual das 2 teorias está mais certa?

A4: Deus!

E: Por quê?

A4: Influência de todo mundo, você não vai para o céu se não acreditar em Deus, então, você acaba tendo que acreditar nele. Senão você vai para o inferno.

A1: Eu acho que a gente está vivo, porque eu sou Evangélica [...] meu pai é pastor e fala na igreja [...] Ele me explica que Deus fez Adão, que Deus veio aqui na Terra, que era tudo abismo e tal. E Deus foi fazendo assim os animais, a árvore.

As outras categorias elaboradas para nossa análise não estiveram presentes nas respostas dos alunos investigados.

4.2 As concepções de vida de professores do Ensino Médio

Dentre os 20 professores entrevistados, um apresenta a concepção de vida relacionada à *categoria 1. Vida como a presença de uma substância específica dos seres vivos.*

P2: [sobre os seres vivos] É, tem uma energia, uma força ativa.

E: E pra você o que seria essa força ativa?

P2: O fogo da vida. Quando a gente morre passa a ser matéria inanimada como outra qualquer.

A *categoria 2. Vida como uma criação divina* esteve presente nas respostas de cinco professores.

P18: Eu acho que a vida é um dom de Deus. [...] Deus permitiu que nós evoluíssemos. Deus criou e nós evoluímos. É uma criação divina, mas é [...] essa explicação que nós temos na Bíblia é para nós entendermos aquela situação, aquele povo e ta, mas que é complexo é, é muito complexo, a origem da vida é muito complicada.

P12: Então, eu acho que realmente a vida é um dom de Deus, é Ele que nos dá tudo, desde a nossa vida, a vida aqui na Terra, todos, por exemplo, quando a gente vê toda parte de meio ambiente, quando a gente vê tudo que Ele faz em termo de transformações. Eu acho que realmente Ele é o maior.

E: Como você acha que surgiu a vida na Terra?

P2: Apesar de ser biólogo, por criação.

E: Criação? Você acredita no criacionismo, então?

P2: Criacionismo.

Duas respostas de professores tiveram uma tênue aproximação com a *categoria 4. Vida como autopoiese*, uma vez que enfatizaram a vida como uma rede de interações químicas. A seguir destacamos um fragmento no qual esta aproximação é observada.

P15: [...] Nós seres humanos temos uma organização química muito grande, ou seja, as cadeias carbônicas são complexas, os mecanismos, não só cadeias, mas interações metabólicas são complexas, por exemplo, uma interação enzima-substrato, esse tipo de coisa, são bastante complexas. Então essas interações químicas é que acho que fazem a diferença e indicam a presença de vida.

Em outras entrevistas podemos identificar a *categoria 6. Vida como seleção de replicadores*, onde encontramos três professores com tal característica de explicação.

P4: Eu acredito. O vírus é um exemplo disso, o vírus não tem estrutura celular, ele possui o que chamamos de núcleo capsídeo, que é uma proteína, capsídeo mais proteína, quer dizer, não tem estrutura celular nenhuma, mas eu como biólogo, existem duas tendências, uma que considera o vírus sendo um ser vivo e outra que não considera o vírus sendo um ser vivo, eu sou da tendência de considerar o vírus sendo um ser vivo, mesmo tendo o processo cristalizado que ele tem, mas como eu posso deixar de consi-

derar um ser que se reproduz e falar que ele não é vivo? Eu sei que ele é um parasita, um parasita intracelular obrigatório, mas eu tenho que, se ele se reproduz, se ele precisa de uma célula, se ele é capaz de produzir novos seres vivos, então eu acredito, eu acredito nisso.

P14: Com constantes evoluções aí, é... a intenção maior foi de moléculas tentando se replicar e aí elas foram se juntando, se juntando, formaram o primeiro organismo, isso se juntou, se juntou, a intenção, eu acho que o objetivo dessas, desses organismos, dessas moléculas eram se replicar, tanto que hoje existem pesquisadores que chamam os seres vivos como máquinas de guerra, máquinas de guerras comandadas por genes, tem aí o gene egoísta, que nós seríamos então meros instrumentos da vontade dos genes, dessas moléculas que tem esse desejo de se replicar. Assim que surge a vida com constantes modificações nestas moléculas.

Por fim, a *categoria 8. Vida como lista de propriedades* aparece nas respostas de dois professores.

P7: Vida é tudo aquilo que respira, que você sabe que tem é... que você tenha que ter um cuidado com esse ser, independente que tipo de ser seja esse, que ele consiga ter algumas funções básicas como respiração, movimentação talvez, tudo isso faz parte da vida e a gente tem que valorizar de qualquer forma.

De forma geral, a partir da análise das entrevistas, percebemos que indivíduos com maior grau de escolaridade (professores) em sua maioria elaboraram melhor suas respostas e deram concepções mais baseadas em conceitos científicos aceitos atualmente. Além disso, entre os professores foi possível perceber uma maior variedade de categorias representadas em suas falas. Dentre estas, destacam-se a presença de concepções que podem ser aproximadas com as discussões contemporâneas sobre o conceito de vida.

Portanto, encontramos entre os professores concepções próximas à teoria da *autopoiese* (categoria 4) e ao neodarwinismo (categoria 6). Algumas explicações dos professores também podem ser comparadas a aspectos históricos relativos ao vitalismo (categoria 1) e à atribuição divina da vida (categoria 2). Também foram encontradas respostas que enfatizavam uma lista de propriedades (categoria 8).

Já os alunos se ancoram mais no senso comum, tendendo a explicações de ordem religiosa (categoria 2) ou elaborando uma lista de propriedades (categoria 8), tais como movimento e respiração. O fato dos alunos utilizarem argumentos não científicos ou apenas formular listas de propriedades comuns aos seres vivos pode evidenciar, apesar da necessidade de outros trabalhos que comprovem esta inferência, pouca ou nenhuma reflexão sobre este conceito no ensino de ciências e biologia.

Com isso podemos percebermos, também, que a concepção de vida como criação divina, esteve presente com maior ênfase nos alunos. Ou seja, a formação e o contato com a cultura científica dos professores, ainda que o conceito de vida não seja sistematicamente discutido nos cursos de licenciatura, contribui para que este conceito seja percebido a partir do discurso científico contemporâneo.

A compreensão dos aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida permitiu traçar um paralelo e ajudou a entender as concepções presentes em alunos e professores da educação básica.

É importante destacar, que na 6ª série os livros didáticos enfatizam o estudo dos seres vivos, sua diversidade, características e distribuição. Ou seja, a discussão de conceitos de vida, a partir de uma abordagem científica atual e adequando-se a faixa etária dos alunos, deveria ser prioridade nesta série. No entanto, nossos dados indicaram que dos seis alunos entrevistados, cinco recorreram a uma explicação religiosa para a vida, dando menor ênfase aos aspectos científicos.

5 VISÕES TEORICAMENTE FUNDAMENTADAS DO CONCEITO DE VIDA E O ENSINO DE BIOLOGIA

A partir da revisão dos aspectos históricos e filosóficos envolvidos no conceito de vida e da análise das concepções encontradas em alunos e professores da educação básica, discutiremos a seguir como visões teoricamente fundamentadas de vida encontradas na literatura contemporânea poderiam cumprir o papel de um conceito amplo e integrador.

Sabendo que o conceito construído por Maturana e Varela, a respeito da *autopoiese*, envolve o entendimento de uma organização circular, em que há troca de energia e matéria com o meio, pode-

mos a partir desta compreensão, voltar-nos ao conceito de metabolismo. A partir do conceito de *autopoiese*, é possível estudar aspectos das interações moleculares e como uma célula interage com outra. Porém, devemos lembrar que a reprodução é um aspecto secundário nessa explicação de vida e que o material genético não é entendido como um elemento privilegiado de registro de informação. Isso no contexto de educação básica levaria, também, os aspectos evolutivos e informacionais do conhecimento biológico para uma abordagem secundária.

A evolução tem sido considerada um elemento unificador dos currículos de biologia, portanto, a partir dessa abordagem podemos nos guiar para a compreensão de vida a partir do paradigma da Biologia Evolucionista Neodarwinista. Nos nossos dados, percebemos que a abordagem de vida como seleção de replicadores também foi encontrada no discurso dos professores. Assim, a partir do conceito de vida como seleção de replicadores, podemos compreender e integrar outros conceitos da biologia no contexto da educação básica.

A vida como interpretação de signos, no campo de conhecimento da biossemiótica, é uma discussão abstrata e requer estudos empíricos para avaliar as possíveis transposições didáticas no ensino de biologia.

A compreensão do paradigma da Autonomia e evolução aberta proposta por Ruiz-Mirazo, Peretó & Moreno (2004) parece ser a explicação que exige maior poder de abstração, entretanto nos parece o paradigma com maior poder de assentar diversos conceitos dentro da biologia, pois abrange conceitos de evolução, metabolismo e aspectos informacionais em um mesmo paradigma. Assim, seria importante pensar essa explicação de vida como um elemento integrador de grande parte do currículo do ensino de biologia.

6 CONCLUSÃO

Após uma breve revisão a respeito dos conceitos de vida encontrados ao longo da história e auxiliados por discussões contemporâneas sustentadas em paradigmas atuais podemos constatar através de nossas categorias que apesar da vida ser o objeto de estudo da biologia ela é pouco refletida no contexto escolar. En-

tretanto o fato do indivíduo possuir maior escolaridade interfere, em geral, na reflexão de uma definição mais abrangente do conceito de vida, mas ainda distante das reflexões teóricas apresentadas. Com isso podemos concluir que se faz necessário incluir estes tipos de discussões na formação inicial de professores, bem como propiciar estudos empíricos sobre como seria possível sua transposição para o ensino básico. Os conceitos de vida aqui discutidos, os quais são ancorados em paradigmas atuais, podem se tornar eixos unificadores de outros conceitos dentro da biologia, tornando, assim, essa ciência menos fragmentada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, Donald James. *A filosofia de Aristóteles*. Trad. Rui Gonçalo Amado. 2ª ed. Lisboa: Editorial Presença, 1983.
- ARANHA, Maria Lúcia de Arruda & MARTINS, Maria Helena Pires. *Filosofando: introdução à filosofia*. São Paulo: Moderna, 1986.
- ARISTÓTELES. *Da Alma (De Anima)*. Tradução de Carlos Humberto Gomes. Lisboa: Edições 70, 2001.
- COUTINHO, Francisco Ângelo. *Construção de um perfil conceitual de vida*. Belo Horizonte: Faculdade de Educação, UFMG, 2005. Tese (Doutoramento em Educação)
- DAWKINS, Richard. *O gene egoísta*. Trad. Geraldo H. M. Florsheim. Belo Horizonte: Itatiaia, 2001.
- EL-HANI, Charbel Niño; ARNELLOS, Argyris; QUEIROZ, João. Modeling a semiotic process in the system: signal transduction in B-cells activation. *TripleC*, 5: 24-36, 2007.
- EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel Niño. *Definindo vida explicando emergência*. Disponível em:
<http://www.nbi.dk/~emmeche/coPubl/99.DefVida.CE.EH.html> Acesso em agosto de 2008.
- . Definindo vida. Pp. 31-56, in: EL-HANI, Charbel Niño & VIDEIRA, Antonio Augusto Passos (orgs). *O que é vida? Para entender a Biologia do século XXI*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.
- FOUCAULT, Michel. *As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas*. Tradução Salma Tannus Muchail. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

- FREZZATTI JR., Wilson Antonio. *Nietzsche contra Darwin*. São Paulo/Ijuí: Discurso/Unijuí, 2001.
- . Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. *Scientiae Studia* **1** (4): 435-461, 2003.
- GILBERT, Scott F.; SARKAR, Sahotra. Embracing complexity: organics for the 21st century. *Developmental Dynamics* **219**: 1-9, 2000.
- KAWASAKI, Clarice Sumi; EL-HANI, Charbel Niño. Uma análise das definições de vida encontradas em livros didáticos de biologia do ensino médio. *VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
- HOFFMEYER, Jesper. Biosemiotics: towards a new synthesis in biology. *European Journal for Semiotic Studies* **9** (2): 355-376, 1997.
- . Life and reference. *BioSystems* **60** (1-3): 123-130, 2001.
- HULL, David. *Philosophy of biological science*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1974.
- MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Tradução de Ivo Martinazzo. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.
- . *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MATURANA, Humberto Romesín; VARELA, Javier. *Autopoiesis and cognition*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1973.
- METTLER, Lawrence Edward, GREGG, Thomas G. *Genética de populações e evolução*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1973.
- PEIRCE, Charles Sanders. *Collected papers of Charles S. Peirce*. Vol. 7-8. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1958.
- REALE, Giovanni; e ANTISERI, Dario. *História da filosofia*. São Paulo: Paulinas, 1990.
- REHMANN-SUTTER, Christoph. Biological organicism and the ethics of the human-nature relationship. *Theory in Biosciences*. **119**: 324-354, 2000.
- RICKEN, Friedo (org). *Dicionário da teoria do conhecimento e metafísica*. Tradução de Ilson Kaiser. Revisão técnica de Paulo Astor Soethe. São Leopoldo: Editora da Universidade Vale do Rio dos Sinos, 2005.

- ROSS, David. *Aristóteles*. Tradução de Luís F. B. S. S. Teixeira. 3^a ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.
- RUIZ-MIRAZO, Kepa; PERETÓ, Juli; MORENO, Alvaro. A universal definition of life: autonomy and open-ended evolution. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* **34**: 323-346, 2004.
- WESTFALL, Richard S. *A construção da ciência moderna*. Tradução de Sérgio Duarte Silva. Porto: Porto Editora, 2003.

Modelos microscópicos de herança no século XIX: a teoria das estirpes de Francis Galton

Andreza Polizello*

Resumo: Durante a segunda metade do século XIX, surgiram vários modelos microscópicos, que envolviam partículas, para explicar os processos de herança, tais como a hipótese da pangênese de Charles Darwin (1809-1882) e a teoria das estirpes de Francis Galton (1822-1911). O objetivo deste artigo é descrever a proposta de Galton comparando-a à hipótese da pangênese de Darwin. Esta pesquisa mostrou que Galton, de modo análogo a Darwin, admitiu a existência de partículas, que denominou “germes”. Seu ponto de partida foi a hipótese da pangênese que foi, então, submetida a um teste. Os germes, como as gêmulas de Darwin, seriam capazes de crescer e se dividir. Cada tipo de germe seria o representante de um tipo específico de tecido ou órgão e sua reunião formaria uma estirpe. Segundo Galton, o ovo conteria todos os germes necessários para a formação do corpo, além de outros que não se manifestariam, sendo, porém, transmitidos a geração seguinte. O conjunto total de germes, Galton chamou de “estirpe”. Em cada geração, uma parte da estirpe se desenvolvia enquanto outra ficava reservada para formar a estirpe da geração seguinte. Porém, ao contrário das gêmulas, os germes não circulariam pelo corpo. Excluindo esse aspecto, ambas as propostas eram bastante semelhantes.

Palavras-chave: história da biologia; Galton, Francis; teoria das estirpes; Darwin, Charles; hipótese da pangênese.

Microscopical models of heredity in the 19th century: Galton's theory of stirps

Abstract: During the second half of the 19th century there arose several microscopical models, involving particles, to explain the processes of inheritance, such as Charles Darwin's hypothesis of pangenesis and Francis Galton's theory of stirps. The aim of this paper is to describe Galton's proposal and to compare it to Darwin's hypothesis of pangenesis. This research showed that Galton, in the same way as Darwin, admitted the existence of particles, which he called

* Mestranda do Programa de Estudos Pós Graduated em História da Ciência Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Endereço para correspondência: Rua Serra da Piedade, 122; 03131-080, São Paulo, SP. E-mail: andpolizello@hotmail.com.

“germs”. Besides that, he started from Darwin’s hypothesis of pangenesis testing it. The germs, as Darwin’s gemules, would be able to grow and to split. Each kind of germ would be representative of a specific kind of tissue or organ. According to Galton, the egg would contain all the germs which were necessary for building the body, as well as others which were not manifest, in spite of being transmitted to the next generation. The whole set of germs was named “stirp” by Galton. In each generation, only part of the stirp would develop, the other one would be reserved to form the stirp of the next generation. Unlike the gemules, the germs would not circulate in the body, however. Except for this feature, both proposals were quite similar.

Keywords: history of biology; Galton, Francis; theory of stirps; Darwin, Charles; pangenesis.

1 INTRODUÇÃO

Desde meados do século XIX, havia vários modelos microscópicos, que envolviam partículas, para explicar os processos de herança. Tais modelos eram hipotéticos, pois não partiam de um estudo citológico ou de resultados de cruzamentos experimentais. Dentre esses modelos, temos as “unidades fisiológicas” de Herbert Spencer (1820-1903), as “gêmulas” de Charles Darwin, o “idioplasma” de Carl Wilhelm von Naegeli (1817-1891), o “plasma germinativo” de August Weismann (1834-1914) e a teoria das estirpes proposta por Francis Galton em 1869.

Em 1864, Herbert Spencer, inspirado pelo fenômeno da regeneração apresentado por alguns animais, propôs em seu livro *Principles of biology* sua teoria de herança e desenvolvimento. Essa teoria pressupunha a existência de unidades fisiológicas vivas, presentes em todas as células do corpo, intermediárias entre as moléculas químicas e as unidades morfológicas (Mayr, 1904, p. 669). As unidades fisiológicas que seriam capazes de se auto-organizar poderiam produzir a regeneração e seriam responsáveis pela transmissão dos caracteres de uma geração para outra, estando localizadas no interior das células (Castañeda, 1992, p. 150).

Charles Darwin publicou, em 1868, sua obra *The variation of animals and plants under domestication* onde assumiu a continuidade da descendência, apontando para a necessidade de explicar variação, herança e reprodução. A solução por ele apontada foi sua hipótese provisória da *pangênese* que, por muitos anos, serviu como referência para as teorias hereditárias (Robinson, 1979, p. 3).

Em 1884, Naegeli publicou sua obra *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, na qual a teoria *micelar* deu suporte para o problema da herança (Robinson, 1979, p. 112). O idióplasma, formado por longos filamentos que passariam de célula a célula, seria a parte do protoplasma responsável pela herança. Cada filamento seria formado por numerosos grupos de moléculas, teria propriedades específicas e um feixe de filamentos controlaria as propriedades da célula, tecidos, sistemas e órgãos. O crescimento aconteceria pelo alongamento desses filamentos sem a alteração de sua consistência (Mayr, 1904, p. 670-1).

Outro cientista que propôs uma teoria de herança foi Hugo de Vries (1848-1935) em sua obra *Intracelluläre Pangenesis* (1889). Para ele, as unidades da herança teriam dimensões menores que as das células. Essas unidades seriam mais complexas em suas propriedades e relações do que as moléculas químicas das quais eram compostas (Robinson, 1979, p. 167). Para de Vries, os pangenes não seriam visíveis ao microscópio, estariam no núcleo celular e se multiplicariam durante a divisão celular, a fim de definirem as características de cada indivíduo. Além de estarem no núcleo de forma inativa, os pangenes estariam ativos no citoplasma. Os pangenes inativos do núcleo passariam para o citoplasma quando houvesse necessidade de manifestar propriedades específicas (Martins, 2000, p. 260).

O modelo de herança de partículas proposto por August Weismann em 1892, na obra *Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung* ou *Germ plasm: a theory of heredity*, considerava que o *germeplasma* ou plasma germinativo era completamente isolado do corpo do organismo que o carregava. A estrutura do corpo – *soma* – seria construída de acordo com as informações do germeplasma proveniente dos pais. A estrutura carregaria o germeplasma até que estivesse pronto para passar para outra geração (Bowler, 1983, p. 251). Ele admitia que apenas o plasma germinativo era transmitido de uma geração à outra (Martins, 2003, p. 53).

Dentro desse contexto, nosso objetivo neste trabalho é analisar a proposta inicial de Francis Galton para explicar a herança, a teoria das estirpes, procurando averiguar as possíveis semelhanças e diferenças em relação à hipótese da pangênese de Charles Darwin.

2 A HIPÓTESE DA PANGÊNESE

Como mencionamos anteriormente, foi no livro *On the variation of animals and plants under domestication* que Charles Darwin apresentou sua proposta para explicar a herança. Ele não conferiu a ela o *status* de teoria, mas a considerou como sendo uma “hipótese” e, além disso, que era “provisória”. Darwin comentou:

Uma hipótese meramente provisória ou especulação, mas até alcançar outra melhor, ela servirá para reunir muitos fatos que, no presente, não estão conectados por nenhuma causa eficiente [...]. Eu me aventuro a avançar na hipótese da Pangênese que implica que cada parte separada de toda a organização se reproduz sozinha. (Darwin, 1883, vol. 2, p. 349)

A hipótese da pangênese admitia a existência de gêmulas: partículas minúsculas provenientes de todas as partes do corpo, que circulavam pelo corpo e iam para os órgãos sexuais, reunindo-se nos gametas e sendo transmitidas através das diversas gerações sem se desenvolverem em células, mas estariam sempre prontas para esse fim (Castañeda, 2002, p. 211). Nas próprias palavras de Darwin:

Eu assumo que as unidades lançam grânulos minúsculos que são dispersados por todo o sistema; e quando supridas de nutriente próprio, multiplicam-se por divisão e são basicamente desenvolvidas em unidades como aquelas das quais elas se originaram. Esses grânulos podem ser chamados de gêmulas. (Darwin, 1883, vol. 2, p. 370)

Para Darwin, sua hipótese, além de explicar a variabilidade dos seres vivos, (as gêmulas dormentes poderiam se reunir e se arranjar em números diferentes), representava uma tentativa de oferecer um mecanismo para explicar a herança de caracteres adquiridos (Castañeda, 2002, p. 211), um dos pressupostos admitidos por sua teoria de evolução. Isso porque as gêmulas seriam formadas e expelidas por todas as partes do corpo. Caso alguma parte do corpo fosse modificada durante a vida do indivíduo, acarretaria uma modificação nas gêmulas que estavam sendo expelidas por aquela parte e isso seria transmitido aos descendentes. Segundo Gloria Robinson, essa era uma teoria útil para Darwin porque através das gêmulas era possível explicar vários fenômenos, tais

como a transmissão de características hereditárias distintas; a reversão; as características intermediárias na primeira geração e o reaparecimento de características de ancestrais em uma segunda geração (Robinson, 1979, p. 10).

Darwin considerava que as gêmulas seriam produzidas por todas as células e circulariam livremente pelo corpo. Ambos os progenitores teriam igual importância na transmissão dos caracteres hereditários sendo que haveria certa quantidade de gêmulas necessárias à fertilização, o que somado com as condições, afinidades e agregações explicaria vários fenômenos como os descritos no parágrafo anterior incluindo a prepotência (dominância) (Robinson, 1979, p. 15).

2.1 O teste da hipótese pangênese

Na ocasião em que publicou sobre a pangênese, o primo de Darwin, Francis Galton, considerou-a promissora como explicação para as leis da hereditariedade. Porém, acreditava que essa hipótese, que defendia que gêmulas circulavam pelo corpo e eram transmitidas de geração para geração, deveria ser testada (Galton, 1871a, p. 393). Galton comentou a respeito:

Nenhuma teoria da hereditariedade foi enunciada com mais clareza e plenitude que a Pangênese do Sr. Darwin, e a afirmação preparatória da teoria contém o mais elaborado epítome que existe, dos mais variados fatos que uma teoria da herança completa deve dar conta. (Galton, 1876, p. 330)

Embora otimista em relação a alguns aspectos da hipótese da pangênese, Galton percebeu que ela apresentava alguns problemas, tais como:

a) Sob o ponto de vista físico, era difícil compreender como um corpo coloidal (como as gêmulas deviam ser) poderia passar livremente através das membranas encontradas no organismo.

b) Havia dificuldades em entender como se dava a passagem das gêmulas do pai para o corpo da mãe. Se elas se difundiam no corpo da mãe, então um número mais limitado das gêmulas paternas passaria para o feto, que então apresentaria menos características paternas, levando os descendentes a serem muito mais parecidos com as mães e com as avós (Galton, 1876, pp. 342-2).

Galton assumiu que as gêmulas circulariam pelo corpo, pois Darwin afirmara que as unidades lançariam grânulos que seriam dispersados por todo o sistema (Darwin, 1883, vol. 2, p. 370). A fim de testar a transmissão das gêmulas, Galton realizou um experimento usando coelhos de variedades que ele considerou puras, da raça *silvergrey*:

Eu, portanto, decidi injetar sangue de natureza diferente na corrente circulatória de animais de variedades puras (claro, sobre a influência de anestésicos) e a partir do cruzamento entre eles, perceber se sua prole apresentava ou não sinais de mistura. (Galton, 1871a, p. 395)

Galton pensou que se as gêmulas pudessem se espalhar pelo corpo e circular livremente, então, através de uma transfusão de sangue, elas poderiam passar de um indivíduo para o outro. Ao cruzar esses animais, se em seus descendentes surgissem sinais de mistura entre suas características, a hipótese de que as gêmulas circulavam pelo sangue seria procedente.

Os coelhos da raça *silvergrey* utilizados por Galton apresentavam uma mistura de pêlos pretos e cinzas, nunca eram malhados e nem tinham orelhas caídas. Eles nasciam pretos e seus pêlos se tornavam cinza em poucas semanas de vida. Eles eram susceptíveis, no cruzamento, a apresentarem as pontas do nariz e das patas brancas e uma fina linha branca na fronte (Galton, 1871a, p. 396).

Galton usou ninhadas com vinte coelhos *silvergrey*, dos quais doze eram fêmeas e oito eram machos; e dezoito deles foram submetidos a um ou dois dos três tipos de operações (Galton, 1871a, p. 396), ou seja, três tipos de transfusões descritas a seguir:

1º) Transfusão moderada de sangue parcialmente desfibrinado. Nesta transfusão o *silvergrey* foi sangrado na mesma proporção de seu peso e a mesma quantidade de sangue parcialmente desfibrinado, tirado de um coelho de outra variedade, foi colocada em seu lugar.

2º) Grande transfusão de sangue totalmente desfibrinado. Nesta transfusão Galton alternou o sangramento do *silvergrey* e injetou, em muitos casos, mais de três onças (aproximadamente 30 gramas) de sangue totalmente desfibrinado.

3º) Circulação cruzada entre as carótidas de coelho *silvergrey* e de coelho comum. Nesta transfusão ele estabeleceu um sistema de circulação cruzada entre a artéria carótida de um coelho *silvergrey* com um coelho comum. Os animais foram colocados peito com peito para as gargantas ficarem próximas. Suas carótidas foram expostas e a circulação foi temporariamente suspensa. As artérias foram divididas e pequenas cânulas foram ligadas às artérias, de modo que a carótida de um animal lançava o sangue direto no outro animal (Galton, 1871a, pp. 396-7).

Galton calculou a transfusão do sangue:

- 1) Pela quantidade de sangue em um coelho de peso conhecido.
- 2) Pelo tempo que decorria antes de cada unidade de sangue injetado estar misturado ao sangue do animal.
- 3) Pelo tempo de fluxo do sangue, através de cada carótida, de um volume de sangue igual ao total contido na circulação (Galton, 1871a, p. 398).

Em seu trabalho, Galton apresentou fórmulas e tabelas comparativas com os dados de seus testes, incluindo as ninhadas obtidas dos cruzamentos dos coelhos que sofreram transfusões. Isso porque, após os procedimentos de transfusão do sangue, Galton realizou o acasalamento para poder observar a prole.

Ele cruzou os coelhos que tinham sofrido transfusão de 1/8 de seu sangue e esperava poder obter uma prole com 1/8 de gêmulas diferentes das suas que, quando cruzados entre eles, produziriam uma prole com 1/4 de gêmulas diferentes. Mas ele observou:

Eu obtive trinta filhotes coelhos em seis ninhadas, e eles eram todos *silvergreys*, exceto, possivelmente, em um caso, onde um, de uma ninhada de cinco, tinha uma pata branca [...]. Esta pata branca me deu grandes esperanças de que a pangênese fosse verdadeira (Galton, 1871a, p. 398).

Então, tendo experiência em transfusões, Galton sentiu-se confiante para realizar outras operações mais complexas. Ele iniciou outra série de experimentos com apenas uma fêmea que havia participado do primeiro tipo de transfusão e com três machos que haviam sido submetidos aos dois primeiros tipos de transfusão. Ou seja, todos haviam participado de transfusões com sangue desfibrinado total ou parcialmente. O resultado foi inesperado: eles pareciam estéreis. Em sete tentativas de acasalamento, uma

teve sucesso e proporcionou uma prole de *silvergreys* puros (Galton, 1871a, pp. 402-3).

Assim, pareceu à Galton que seus testes com sangue desfibrinizado haviam provocado esterilidade temporária, o que poderia ser interpretado como favorável à pangênese, pois os coelhos haviam sido privados de grande parte dos componentes do sangue onde os elementos reprodutivos, de acordo com a pangênese, deveriam residir (Galton, 1871a, p. 403).

Mas a circulação de sangue em estado natural, pelas carótidas, foi essencial para resolver o problema. Se os resultados fossem positivos para a pangênese, seus testes com sangue desfibrinado “provariam” que os elementos reprodutivos estariam na fibrina. Mas se os resultados da circulação cruzada fossem negativos, ficaria claro que a esterilidade não teria sido provocada pela perda de gêmulas e que a pata branca havia sido um mero incidente a favor da pangênese (Galton, 1871a, p. 403). Como resultado do acasalamento entre os coelhos foi o que se segue:

Oitenta e oito coelhos em treze ninhadas, e em nenhum único caso houve evidência de alteração da raça [...]. A conclusão dessa larga série de experimentos não deve ser evitada, a doutrina da pangênese, pura e simples, como eu a interpretei, é incorreta. (Galton, 1871a, p. 404)

Galton concluiu que as gêmulas não estavam sempre presentes no sangue o que trazia problemas para a hipótese de Darwin. Porém, esses resultados não significavam que não houvesse a possibilidade de algumas vezes as gêmulas permanecerem temporariamente no sangue:

Meus experimentos mostram que eles [os elementos reprodutivos] não são residentes independentes no sangue, da maneira como a Pangênese afirma, mas eles [os experimentos] não provam nada contra a possibilidade deles [os elementos reprodutivos] serem habitantes temporários do sangue. (Galton, 1871, p. 404)

Cinco anos mais tarde, em outro artigo, ele voltou ao assunto e deu detalhes afirmando:

As gêmulas não estão contidas, em grande número, nos vasos sanguíneos de machos e fêmeas de coelhos *silvergrey*... Eu repeti

esse processo por três gerações e não encontrei o menor sinal de qualquer deterioração na pureza dos cruzamentos de *silvergrey*. (Galton, 1876, pp. 341-2)

Nesse mesmo artigo, Galton afirmou que aceitava a teoria da pangênese, porém, com algumas restrições:

Com consideráveis modificações, como uma parte suplementar e subordinada de uma teoria completa de hereditariedade, o que não significava que a mesma fosse a parte mais importante. (Galton, 1876, p. 330)

Darwin defendeu-se explicando que as gêmulas poderiam passar através da membrana celular (Castañeda, 2002, p. 222) e afirmou que nunca havia falado em sangue e, sim, em fluidos (*ibid.*, p. 224). Embora Darwin não houvesse negado a presença de gêmulas no sangue, argumentou que essa não “seria uma condição necessária” (Darwin, 1883, vol. 2, p. 350).

Em uma carta enviada à revista *Nature*, Galton respondeu à Darwin dizendo:

Eu entendi que o senhor Darwin falou sobre sangue quando usou as expressões ‘circulando livremente’ e a ‘ininterrupta circulação de fluidos’, especialmente como outras palavras como ‘livremente’ e ‘difusão’ que encorajam essa idéia. Mas agora parece que por circulação ele quis dizer ‘dispersão’, o que é uma concepção totalmente diferente [...]. Se o senhor Darwin tivesse dado em seu trabalho um ou dois parágrafos adicionais para uma descrição do paradeiro das gêmulas que, eu devo lembrar, é um ponto crucial em sua teoria, dificilmente haveria minha má interpretação. (Galton, 1871b, p. 5)

A resposta de Darwin à Galton foi fraca já que a hipótese da pangênese admitia que as gêmulas circulavam pelo corpo. Uma vez que as gêmulas circulavam pelo corpo, deveriam estar também presentes no sangue e participar do próprio processo da circulação sanguínea, como pensara Galton. Podemos perceber que a crítica do pensamento de Galton tinha fundamento, pois ao utilizar palavras como “circulação”, “livremente” e “difundido”, Darwin abriu margem a associações ao sangue que, ao circular livremente pelo corpo, poderia difundir as gêmulas.

3 A TEORIA DAS ESTIRPES DE GALTON

Foi alguns anos após ter realizado o teste da hipótese da pangênese de Darwin e detectado alguns problemas, que Galton apresentou sua própria proposta para explicar a hereditariedade. Diferentemente de Darwin, ele a chamou de “teoria” das estirpes. Portanto conferiu a ela um *status* mais elevado. Ele acreditava também que esta teoria poderia suprir algumas dificuldades encontradas na hipótese da pangênese. Nesse sentido, ele comentou que, diferentemente das gêmulas de Darwin, as estirpes não levariam o leitor a conclusões incorretas porque elas seriam “a soma total de gêmulas no óvulo recém fertilizado” (Galton, 1876, p. 330).

O termo “estirpe” apareceu inicialmente em artigo que Galton publicou de 1875¹. “Estirpe” seria o conjunto das partículas hereditárias ou gêmulas contidas no zigoto logo após a fertilização do óvulo. Galton esclareceu:

Expressar o total de germes, gêmulas ou o que quer que possa ser denominado, que podem ser encontrados, de acordo com toda teoria de unidades orgânicas, no novo óvulo fertilizado – quer dizer, no estágio pré-embriônico [...]. Esta palavra, “estirpe”, que eu devo me aventurar a usar, é igualmente aplicável ao conteúdo de embriões, e irá, eu penso, ser muito conveniente, e não pode aparentemente não leva a equívocos. (Galton, 1876, p. 330)

O total da estirpe caberia em um espaço que não excederia o tamanho da cabeça de um alfinete. Elas não eram possíveis de serem vistas, o que o levava a propor teorias. O óvulo fecundado conteria todos os germes necessários para a formação do corpo, além de muitos outros que não se manifestariam, ficando inativos, mas sendo transmitidos à geração seguinte pelas células sexuais (Galton, 1876, pp. 330-1).

Para Galton, haveria limitação de espaço na estirpe e uma criança teria a estirpe como combinação de seus pais, havendo, en-

¹ Este artigo foi inicialmente publicado em 1875, no periódico *Contemporary Review* e depois em 1876 no *Journal of Royal Anthropological Institute*. Estamos utilizando, neste trabalho, o segundo.

tão, uma luta entre os germes competidores pelo lugar (Galton, 1876, p. 334).

A limitação de espaço na estirpe deve compelir uma limitação não somente para o número de variedades de cada espécie de germe, mas também para o número de indivíduos em cada variedade. O conhecimento de tal fato é útil, e parece ser necessário, na contabilização do número não muito grande de subdivisões em que as peculiaridades são transmitidas. (Galton, 1876, p. 334)

Galton aceitava que os germes que formavam a estirpe estavam em estado impulsivo e sem descanso para formarem novas posições de equilíbrio sendo que segregações e agregações ocorreriam nas mesmas proporções. Ele afirmou que os germes deveriam ser afetados por forças que os mudariam de posição antes que eles chegassem a sua melhor posição final (Galton, 1876, p. 335).

Um dos pressupostos da teoria de Darwin que Galton considerava problemático era a herança de caracteres adquiridos, por considerá-la “evidência questionável e de difícil verificação” (Galton, 1876, p. 329). Ou seja, o próprio fenômeno era de difícil verificação experimental e como a hipótese da Pangênese englobava uma tentativa de explicar esse tipo de herança, era problemática sob esse aspecto.

Para Galton, havia quatro bases para qualquer hipótese de unidades orgânicas:

- 1) Cada unidade tinha uma origem diferente.
- 2) A estirpe tinha uma multidão de germes maior em número e variedade do que as estruturas do corpo que lhes dariam origem.
- 3) Germes não desenvolvidos manteriam sua vitalidade e se propagariam em estágio latente, contribuindo na formação da estirpe de sua prole.
- 4) A organização dependeria das afinidades mútuas e da repulsão de germes separados (Galton, 1876, p. 331).

Galton acreditava que as partes do corpo tinham origens separadas e justificava que “se uma criança tem os olhos do pai e a boca da mãe essas duas características só podem ter origens diferentes” (Galton, 1876, p. 331).

O argumento que ele defendia era de que havia dois grupos de germes: os que se desenvolviam e os que continuavam latentes,

sendo que o período de fertilidade do primeiro grupo seria maior. Esses fatores explicariam o porquê de algumas características notáveis nos pais não aparecerem em sua prole (Galton, 1876, p. 339).

Galton chegou às seguintes conclusões:

- 1) O conteúdo das estirpes deve se segregar por ele mesmo em divisões ou septos, e estes septos devem se subdividir várias vezes, sob a influência de atração mútua e repulsão de suas unidades, assim como um grande partido político pode repetidamente se subdividir em diferentes facções.
- 2) Os germes dominantes em cada septo sucessivo são aqueles que completam o desenvolvimento.
- 3) São os germes residuais que originam os elementos sexuais ou células germinativas (Galton, 1876, p. 340).

Para Galton, havia dois grupos de herança que deviam ser discutidos: o de características congênitas e o de características adquiridas, sendo o “primeiro desses dois grupos o de importância predominante” (Galton, 1876, p. 329). Dessa forma, ele afirmou que a sua teoria:

Poderia substituir com vantagem a Pangênese. Eu devo repetir que eu limito essas considerações à enorme proporção de casos que recaem dentro do primeiro dos dois grupos nos quais eu discuto os fatos da hereditariedade. (Galton, 1876, p. 342)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa mostrou que a proposta de Galton era mais uma, dentro de uma série de modelos microscópicos que procuravam explicar a herança em meados do século XIX. De modo análogo à maioria das outras propostas, não foi acompanhada de um estudo citológico.

Galton tomou como ponto de partida a hipótese da pangênese de Darwin e após testá-la percebeu que ela apresentava alguns problemas. Um deles era a suposta circulação das gêmulas pelo organismo. Os experimentos envolvendo a transfusão de sangue em coelhos *silbergrey* trouxeram evidências contrárias a essa suposição. Além disso, Galton desejava uma teoria que pudesse explicar vários casos de herança e tinha restrições à herança de caracteres adquiridos, que era bem explicada pela hipótese da pangênese.

Mesmo acreditando que sua teoria poderia substituir com vantagem a hipótese da pangênese (Galton, 1876, p. 342), Galton manteve em sua proposta vários aspectos da mesma, tais como a explicação de Darwin acerca da reversão, ou seja, de que algumas gêmulas se desenvolvem nas células enquanto outras permanecem latentes podendo expressar-se nas gerações seguintes, mas rejeitou a idéia de que as células produzem novas gêmulas que podem ser incorporadas às células germinativas, como salientou Michael Bulmer (2003, p. 131).

A teoria das estirpes de Galton teve um impacto baixo e mínima aceitação na época, apesar de incluir modificações, em relação à hipótese da pangênese, que se basearam em experimentos que mostravam alguns problemas na proposta de Darwin.

No entanto, a teoria das estirpes não parece ter solucionado os problemas da hipótese da pangênese como pensava Galton, pois também pressupunha a existência de partículas que não eram observáveis e não foi confirmada a partir de nenhum experimento. O próprio Galton reconheceu que:

Era evidente que a observação direta não pode nos dizer nada no que concerne a forma e comportamento de cada objeto minúsculo como os genes que compõe a estirpe; eles poderiam estar muito além do círculo visual do microscopista [...] tudo o que podemos aprender sobre os constituintes da estirpe deve ser por inferência, e não por observação direta; nós somos forçados a propor teorias. (Galton, 1876, pp. 330-1)

Mas por que Galton não testou sua própria teoria? Visto que ele propôs um teste para a teoria da pangênese, seria natural esperar que ele testasse sua própria teoria, mas ele não o fez.

Este estudo permitiu localizar aspectos que mereceriam ser melhor investigados como, por exemplo, os fatores que contribuíram para o baixo impacto da proposta de Galton, bem como o fato de suas críticas à hipótese da pangênese não terem sido levadas em conta pela comunidade científica da época, como mereciam.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo pelo apoio recebido que viabilizou esta pesquisa e à

Profa. Lilian Al-Chueyr Pereira Martins por suas críticas e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWLER, Peter. *Evolution: the history of an idea*. Berkeley: University of California Press, 1983.
- BULMER, Michael. *Francis Galton: pioneer of heredity and biometry*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2003.
- CASTAÑEDA, Luzia Aurélia. *As idéias pré mendelianas da herança e sua influência na teoria da evolução de Darwin*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Estadual de Campinas.
- . Testando uma teoria de herança: Francis Galton e os experimentos com a pangênese. Pp. 202-226, in: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria (ed.). *O laboratório, a oficina e o ateliê: a arte de fazer o artificial*. São Paulo: Educ/Fapesp, 2002.
- DARWIN, Charles Robert. *The variation of animals and plants under domestication* [1868]. London: John Murray, 1883.
- GALTON, Francis. Experiments in pangenesis by breeding from rabbits of a pure variety, into whose circulation blood taken from other varieties had previously been largely transfused. *Proceedings of the Royal Society* **19**: 393-410, 1871 (a).
- . Pangenesis. *Nature* **4**: 5, 1871 (b).
- . A theory of heredity. *Journal of Royal Anthropological Institute* **5**: 329-348, 1876.
- 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.
- . Hugo de Vries y evolución: la teoría de la mutación. *Epistemología e Historia de la Ciencia* **6**: 259-266, 2000.
- MAYR, Ernst. *The growth of biological thought*. London/Harvard: Belknap, 1904.
- ROBINSON, Gloria. *A prelude to genetics, theories of a material substance of heredity: Darwin to Weismann*. Lawrence: Coronado Press, 1979.

Dom Pedro II, os fósseis da Bacia de Paris e o Museu Nacional

Antonio Carlos Sequeira Fernandes *

Vera Maria Medina da Fonseca *

Regina Maria Macedo Costa Dantas *

Andrea Siqueira D'Alessandri Forti #

Resumo: Durante sua estadia em Paris no início de 1872, quando de sua primeira viagem ao exterior, Dom Pedro II foi apresentado por Gustave Loustau, engenheiro da companhia *Chemin de Fer du Nord*, com uma coleção de bivalvíos fósseis oriundos do Paleógeno da Bacia de Paris. Acomodados em 327 caixas, os exemplares representavam 302 espécies listadas em um catálogo com suas respectivas procedências. Os fósseis certamente permaneceram junto à coleção de artefatos científicos pertencentes ao “gabinete de curiosidades” do monarca, o Museu do Imperador, existente no Palácio de São Cristóvão. Com o exílio, em 1891, Dom Pedro doou o acervo ao Museu Nacional. Devido à falta de informações no atual livro de tomo do setor de paleoinvertebrados da instituição, a ligação da coleção da Bacia de Paris com o imperador permaneceu desconhecida até recentemente quando foi encontrado o catálogo original. De conservação primorosa, a coleção, representada por 1.391 exemplares, distribuídos em 274 espécies, reveste-se de grande importância científica e histórica. Isto decorre tanto pelo fato de conter fósseis de jazigos hoje inacessíveis devido ao crescimento da cidade de Paris, como por constituir o único acervo paleontológico, descoberto até o momento, doado por Dom Pedro ao Museu Nacional.

Palavras-chave: Dom Pedro II; fósseis; Bacia de Paris, história da paleontologia.

* Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista s/n, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ. E-mails: fernande@acd.ufrj.br, vmedina@acd.ufrj.br, regin@mn.ufrj.br.

Estudante de Graduação no Curso de História do Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Largo São Francisco de Paula, nº 1, Centro, 20290-240, Rio de Janeiro, RJ. E-mail: andreadalessandri@yahoo.com.br.

Dom Pedro II, the fossils of the Paris Basin and the Museu Nacional

Abstract: During his sojourn in Paris in early 1872 on the occasion of his first trip abroad, Dom Pedro II received a collection of fossilized bivalve mollusks – dating from the Paleogene period and originating in the Paris Basin – from Gustave Loustau, an engineer at the *Chemin de Fer du Nord* company. The specimens were packed in 327 boxes and comprised 302 species duly listed in a catalog along with their respective origins. The fossils were undoubtedly stored together with the collection of scientific items belonging to the monarch’s “cabinet of curiosities”, known as the Emperor’s Museum housed in the São Cristóvão Palace. During his exile in 1891, Dom Pedro donated his collection to the Museu Nacional. Due to the lack of information in the official records on paleoinvertebrates in the Museu Nacional, the connection between the Paris Basin collection and the Emperor remained unknown until recently, when the original catalog was located. This perfectly preserved collection boasts 1391 pieces from 274 species and is of great scientific and historic importance as it contains fossils from currently inaccessible sites and is also the only paleontological collection discovered to date and donated by Dom Pedro to the Museu Nacional.

Keywords: Dom Pedro II; fossils; Paris Basin; history of paleontology

1 INTRODUÇÃO

Os museus ou “gabinetes de curiosidades”, que proliferaram nos séculos XVI, XVII e XVIII, tornaram-se famosos em toda a Europa (Burke, 2003). Constituíam inicialmente a reunião de raridades naturais ou artificiais, também conhecidas como curiosidades, que formavam as coleções de estudiosos, cavalheiros e aristocratas que se autodenominavam “curiosi” ou “virtuosi”. As coleções apresentavam um conteúdo variado de objetos como moedas, medalhas, múmias egípcias, animais deformados ou de grande porte, plantas exóticas e instrumentos matemáticos, incluindo telescópios. Pela sua beleza, havia também conchas e borboletas, além de minerais e conchas fósseis (Whitaker, 2005). Nos séculos XVIII e XIX, muitas dessas coleções particulares tornaram-se o embrião de alguns museus atuais, principalmente de História Natural. Dom Pedro II, estudioso e amante das Ciências, também organizou o seu próprio acervo museológico, o qual veio a constituir o Museu do Imperador. Iniciado com um herbário e com o gabinete mineralógico e numismático de sua mãe, Dona Leopoldina, durante a segunda metade do século XIX, o imperador acrescentou outros numerosos objetos ao museu, produto das

visitas de viajantes, chefes de Estado, naturalistas e, também de suas viagens, tanto internas como ao exterior (Dantas, 2007). Foi durante sua primeira viagem à Europa que o imperador recebeu, então, uma valiosa coleção de conchas fósseis da Bacia de Paris, a qual foi posteriormente doada ao Museu Nacional, mas cuja ligação com o imperador permaneceu durante longo tempo desconhecida da comunidade científica. A análise da documentação histórica do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional permitiu o resgate do catálogo original da referida coleção e a sua identificação no acervo de paleoinvertebrados da instituição, revelando a presença de fósseis que haviam pertencido ao imperador nas dependências do Departamento.

2 A PRIMEIRA VIAGEM DE DOM PEDRO II E SEU PRESENTE

Conhecer a Europa que se tornou tão familiar ao imperador como decorrência de seus estudos sempre havia sido um grande desejo de Dom Pedro II (Santos, 1945). Em 1871, o imperador empreendeu então a primeira de suas três viagens ao exterior que tanto o fascinaram (Carvalho, 2007). Com a duração de dez meses, de 25 de maio de 1871 a 30 de março de 1872, Dom Pedro seguiu inicialmente a Europa, visitando Portugal, Espanha, França, Bélgica, Alemanha, Áustria e a Itália, antes de dirigir-se para sua famosa visita ao Egito. Com a ajuda da condessa do Barral e do conde de Gobineau, encontrou-se com diversas personalidades, incluindo as do mundo das artes e da ciência (Carvalho, 2007).

Retornando à Europa, Dom Pedro chegou à Paris em 16 de dezembro de 1871, e durante sua permanência na cidade frequentou constantemente as sociedades científicas e literárias francesas (*Jornal do Commercio*, Boletim de Notícias da Europa, suppl. ao nº 31, 31/01/1872). Em 30 de janeiro de 1872 (segundo a data constante na capa do catálogo com que foi presenteado), Dom Pedro encontrou-se com o engenheiro da companhia *Chemin de Fer du Nord*, senhor Gustave Loustau e sua esposa, que lhe ofertaram uma coleção de conchas fósseis da Bacia de Paris.

Na volta de Dom Pedro ao Brasil, a coleção certamente permaneceu no museu que o imperador mantinha em sua residência

no palácio de São Cristóvão; entretanto, apesar deste museu ter sido doado em 8 de junho de 1891 pelo imperador ao Museu Nacional durante o seu exílio em Paris, somente por ocasião da transferência da instituição para a ex-residência imperial, em 1892, que todo o acervo foi devidamente incorporado. Após a referida inserção, a ligação da coleção dos fósseis da Bacia de Paris com o Museu do Imperador permaneceu desconhecida, fato evidenciado pela omissão dessa informação quando da elaboração do atual livro de tombo da coleção de paleoinvertebrados ao final da década de 1940, onde foram também inseridos os fósseis de Paris. Curiosamente, o catálogo elaborado por Gustave Loustau permanecia nas dependências do departamento, acomodado em algum arquivo esquecido, separado dos exemplares a que se relacionava, fazendo com que o tempo e a falta de informações não levassem os pesquisadores da época a estabelecer uma ponte de ligação entre ambos. Com o encontro do catálogo durante pesquisa da documentação do Departamento de Geologia e Paleontologia, após sua transferência para a Seção de Memória e Arquivo do Museu Nacional, foi possível identificar as conchas apresentadas ao imperador junto ao acervo de paleoinvertebrados do departamento.

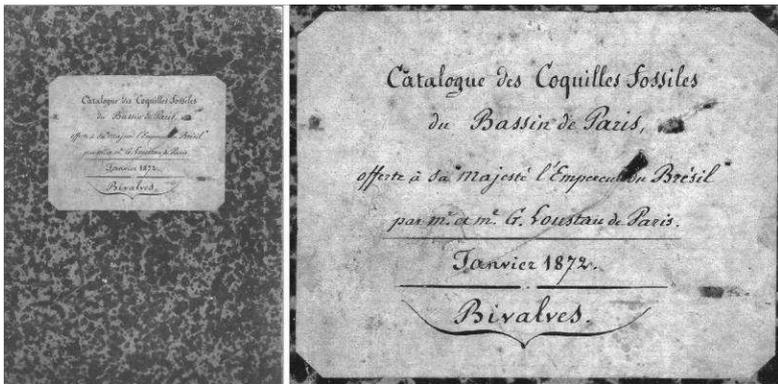


Figura 1. Capa do “Catálogo de Conchas Fósseis da Bacia de Paris”. No detalhe ampliado encontra-se a observação da oferta do catálogo a “Sua Majestade o Imperador do Brasil” pelo engenheiro Gustave Loustau, de Paris, em janeiro de 1872.

Ce pli renferme le Catalogue
Des fossiles du bassin de Paris
contenus dans les boites que renferme le Caisse
Le total des boites est de 327, savoir:
228 petites
96 grandes
3 grande et haute

327
Paris le 30 Janvier 1872.
G. Loustau
Ingénieur au Chemin de fer du Nord.

Figura 2. Anotação presente no verso da capa do “Catálogo de Conchas Fósseis” com observações sobre o número e tamanho das caixas onde se encontravam os exemplares que compunham a coleção. Acima da assinatura de Gustave Loustau encontra-se a data de 30 de janeiro de 1872; a oferta a Dom Pedro pode ter ocorrido nesta data ou poucos dias após a mesma, no início de fevereiro.

A presença de fósseis franceses na coleção de paleoinvertebrados já havia sido abordada anteriormente (Fernandes *et. al.*, 2006), quando do levantamento sobre as condições e modo de aquisição dos fósseis estrangeiros nela presentes, como uma tentativa de elucidar suas origens históricas. Porém, a ausência de informações adicionais no livro de tombo levou os autores a acreditar que os fósseis de procedências variadas, incluindo as européias que não possuíam indicação das respectivas datas de entrada no Museu Nacional, tivessem como proveniência o Museu de Zoologia Comparada (*Museum of Comparative Zoology*) da Universidade de Harvard. A hipótese aventada pelos autores ligava-se à própria história do departamento e à imagem do geólogo canadense Char-

les Frederick Hartt (1841-1878) que chefiou, entre 1875 e 1877, a antiga Comissão Geológica do Império do Brasil, além de pertencer aos quadros do Museu. Em função da ligação de Hartt com o Museu de Zoologia Comparada e a necessidade de uma coleção de referência para comparação com os exemplares coletados pela comissão, o museu de Harvard teria doado uma coleção de fósseis que, com a extinção da comissão, terminou incorporada ao acervo do Museu Nacional.

Grande parte das etiquetas originais de um elevado número de fósseis estrangeiros se perdeu com o passar dos anos, e as características semelhantes das procedências das amostras de fonte desconhecida com as da coleção de Harvard resultaram na hipótese de que as mesmas seriam resultantes de uma mesma doação à instituição. Oriundos da França encontravam-se 1.784 exemplares catalogados em 450 registros do livro de tombo, dos quais a maior parte verificou-se ser procedente da Bacia de Paris, com doador desconhecido. Com a análise do catálogo dos fósseis doados por Gustave Loustau foi possível, então, solucionar em definitivo a origem histórica dos fósseis da bacia junto ao acervo do Museu Nacional, relacionando-os ao Museu do Imperador.



Figura 3. Detalhe da primeira e da terceira página do catálogo, onde, após as indicações das famílias, as espécies de bivalvíos eram relacionadas com a indicação das respectivas localidades na primeira coluna.

3 O MUSEU DO IMPERADOR

Homem letrado e com grande interesse pelas artes e pelas ciências, Dom Pedro II reuniu, ao longo de sua vida, uma quantidade significativa dos mais diversos objetos de praticamente todas as áreas, conservando-os cuidadosamente arrumados em quatro salas situadas aos fundos do primeiro pavimento do Paço de São Cristóvão. A princípio, a variedade de artefatos que compunham sua coleção particular poderia nos remeter à idéia dos antigos Gabinetes de Curiosidades que se desenvolveram até o século XVII, onde os *curiosi* armazenavam e expunham os mais exóticos objetos que obtinham. Uma análise do inventário de objetos pertencentes à coleção de Dom Pedro, existente no Museu Imperial de Petrópolis, nos permite visualizar alguns dos objetos exóticos do acervo como latas de ossos de índios, objetos e utensílios das escavações de Roma, múmias egípcias, chifre de unicórnio, dentes de elefante, uma cabeça de índio com cabelos, um cérebro para estudos, além de cabeças de gauleses encontradas no sul da França (Dantas, 2007).

Sua coleção particular teve como origem a coleção mineralógica e numismática de sua mãe, a imperatriz Leopoldina (1797-1826), a qual possuía um gabinete de minerais desde seus treze anos de idade. Na segunda metade do século XIX, o imperador aumentou gradativamente a coleção original de sua mãe, acrescentando os objetos que recebia quando das visitas de naturalistas, chefes de Estado e outros viajantes, além da aquisição das peças que também por vezes lhe eram presenteadas durante as viagens que realizou tanto dentro como fora do país. A coleção era arrumada e classificada pelo próprio imperador, fato relatado pelo viajante inglês Thomas Ewbank (1976, p. 115), ainda no período que aqui esteve entre 1845 e 1846. Organizada nas salas para exposição e apreciação de observadores especialistas, o imperador denominava a coleção de *museu* e, por este motivo, além do seu aspecto organizacional e dos novos enfoques sobre os gabinetes de história natural, de Museu do Imperador, por Regina Dantas quando da elaboração de sua dissertação intitulada “A Casa do Imperador”.

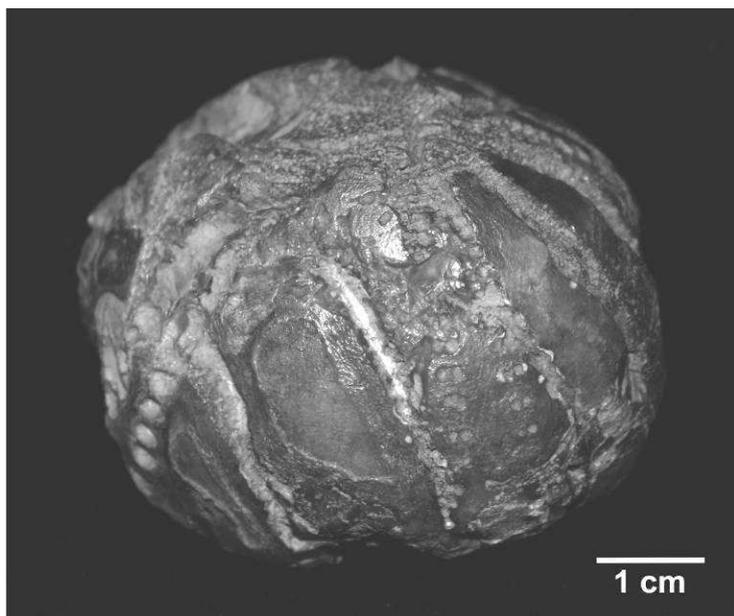


Figura 4. Fotografia do exemplar de ouriço-do-mar fossilizado (MN 1434-M) que teria pertencido à coleção da imperatriz Leopoldina, único fóssil que até recentemente se acreditava pertencer ao Museu do Imperador, antes da descoberta do catálogo de conchas fósseis da Bacia de Paris.

Com o exílio do imperador, a coleção permaneceu no Paço de São Cristóvão e, apesar do documento de doação de Dom Pedro, foi salva de ter sido leiloadada graças ao empenho pessoal do diretor do Museu Nacional, Ladislau Netto, tendo sido incorporada à instituição em 1892. O acervo assim foi distribuído através das “Secções” que formavam administrativamente a instituição e a coleção de minerais do imperador seguiu para a seção atualmente representada pelo Departamento de Geologia e Paleontologia, que incluía exemplares de diversas regiões do mundo; a existência de coleções de fósseis que tenham pertencido ao monarca, entretanto, era desconhecida. Como única exceção, destaca-se o caso de um ouriço-do-mar fossilizado que teria pertencido à imperatriz Leopoldina (figura 4), e que provavelmente esteve exposto no Museu do Imperador, incluído atualmente no acervo da coleção

de mineralogia do departamento (Dantas, 2007). O encontro do catálogo e a identificação da coleção de fósseis da Bacia de Paris trouxeram, assim, novas informações sobre o destino do acervo do Museu do Imperador.

4 A COLEÇÃO E A BACIA DE PARIS

Quando Gustave Loustau doou a coleção a Dom Pedro, a mesma encontrava-se acomodada em 327 caixas, com um número não revelado de exemplares representando 300 espécies de bivalvíos e duas de braquiópodes, acompanhadas de um catálogo com suas identificações taxonômicas e respectivas localidades de coleta. Mesmo considerando as perdas que tenham ocorrido desde sua anexação ao Museu do Imperador e daí à inclusão definitiva no acervo do Museu Nacional, a coleção, de conservação fóssilífera primorosa, encontra-se atualmente representada por 293 registros contendo 1.391 exemplares referentes a 272 espécies de bivalvíos e duas espécies de braquiópodes. A importância dessa coleção está ligada ao fato de representar um pouco a história geológica e científica da Bacia de Paris.

Distribuindo-se desde os arredores ao sul da cidade de Paris em direção ao litoral norte da França e estendendo-se à nordeste pelo território belga, a bacia geológica de Paris consiste numa seqüência de sedimentos marinhos e continentais depositados durante a Era Cenozóica. Seus principais depósitos paleógenos, datados do Paleoceno ao Oligoceno, distribuem-se cronologicamente de 60 a 30 milhões de anos atrás, sendo compostos principalmente por calcários, arenitos e argilitos, por vezes ricamente fóssilíferos com predomínio de moluscos bivalvíos e gastrópodes, equinodermas, ostrácodes e foraminíferos, além de vertebrados, algas, carófitas e palinomorfos (Pomerol & Feugueur, 1986).

As rochas mais famosas da Bacia de Paris são os calcários depositados durante o Lutetiano (de *Lutetia*, nome romano para Paris), um andar geológico que corresponde a um período de tempo compreendido ente 49 e 41 milhões de anos atrás. Neste tempo, a Terra era um planeta mais quente que hoje, com um clima mais homogêneo e a área da Bacia de Paris um golfo aberto voltado para o atual canal da Mancha. Em nenhuma parte do mundo as faunas e floras costeiras foram mais diversificadas e, as

rochas do Lutetiano são, assim uma janela privilegiada para o estudo da paleobiodiversidade da região nesta época. Através da comparação com ambientes atuais é possível inferir que o clima parisiense era tropical, atestado pela presença de corais no mar e palmeiras no litoral.

Os calcários lutetianos possuem, também, um relevante papel cultural na edificação e decoração dos mais belos monumentos da cidade de Paris. Compreendiam, por excelência, a pedra de construção da Lutécia gálio-romana, contribuindo, depois, nas igrejas, abadias, catedrais e castelos de Île-de-France, para um desabrochar incomparável da arquitetura e arte gótica nesta cidade e nas regiões vizinhas.

O estudo da Bacia de Paris foi determinante para o progresso da geologia desde o século XVIII, sendo a mesma objeto de um dos primeiros mapas geológicos, publicado por Jean-Étienne Guettard (1715-1786) em 1746. Seu conhecimento se intensificou a partir do início do século XIX, principalmente com os estudos paleontológicos e estratigráficos desenvolvidos por Georges Cuvier e Alexandre Brongniart quando iniciaram a descrição geológica da bacia (Cuvier & Brongniart, 1808; Rudwick, 1997). Com a utilização dos fósseis e a alternância de depósitos marinhos e dulcícolas, Cuvier pôde sugerir os sucessivos eventos catastróficos que teriam ocorrido na superfície da Terra e levado à súbita extinção das faunas existentes, idéias que posteriormente publicou em seu livro *Discours sur les révolutions du globe* (Taquet, 2007). Dos fósseis utilizados em seu trabalho, os moluscos tiveram papel fundamental, particularmente com a consulta à extensa obra de Jean-Baptiste Lamarck sobre os *Fossiles des environs de Paris* (Lamarck, 1802-1809). Publicada em oito volumes, a obra de Lamarck apresenta uma ampla descrição da fauna malacológica presente nos depósitos situados nos arredores de Paris, incluindo muitas das espécies de bivalvíos representadas através dos exemplares apresentados ao imperador. Lamarck havia listado várias localidades; entretanto, o maior número de espécies por ele descritas são procedentes de um único sítio geológico, uma pequena pedreira na localidade de Grignon, também favorita de outros coletores de fósseis como J. L. M. Defrance (Rudwick, 2005). Entre outros naturalistas que estudaram os fósseis da bacia destaca-se o geólogo e malacólogo francês Gérard Paul Deshayes, cujas espécies por ele

descritas, além das de autoria de Lamarck, estão entre as mais representadas na coleção analisada.

Além de Lamarck, Defrance e Deshayes, a paleomalacofauna da Bacia de Paris passou a ser de grande interesse por inúmeros outros estudiosos e coletores de fósseis, particularmente os procedentes dos afloramentos situados nos arredores de Paris. A coleção presenteada por Gustave Loustau ao imperador ilustra muitas dessas localidades, representando uma ampla distribuição estratigráfica que vai desde os depósitos paleocênicos aos oligocênicos. Entre os principais registros da coleção, destacam-se as localidades de Bracheux e Laversines (ambas do Paleoceno), Hérouval, Aizy-Jouy e Cuise-la-Motte (*Yprésien/Cuisien supérieur*), Damery, Fleury, Venteuil, Liancourt, Le Vivray e Grignon (*Lutétien*), Beauchamp e Auvers-sur-Oise (*Bartonien/Auversien*), La Guépelle e La Chapelle-em-Serval (*Bartonien/Marinésien*), todas de idade eocênica, e Étréchy e Morigny (*Stampien*), de idade oligocênica, de acordo com as anotações de Charles Pomerol e Léon Louis Feugueur (Pomerol & Feugueur, 1986).

A oeste da Bacia de Paris estão os jazigos fossilíferos melhor conservados. O jazigo de Grignon, por exemplo, cujos leitos de rocha fossilífera foram revelados por rios erodindo os flancos de vales ou pela mão humana, explorando pedreiras ou abrindo vias de comunicação, fornece conchas fossilizadas quase inalteradas. Infelizmente, a reputação desses jazigos provocou o esgotamento de muitos deles, seja pela exploração da rocha calcária e coleta de fósseis, como pela crescente urbanização. Os autores do “*Guides Géologique Régionaux – Bassin de Paris*”, já em 1974, lançaram um apelo em prol da proteção dos sítios geológicos e paleontológicos da Bacia de Paris. Posteriormente, na terceira edição da mesma obra datada de 1986, revelaram que seus apelos não foram ouvidos e, como consequência, 45 jazigos fossilíferos já haviam desaparecido entulhados por lixo ou invadidos por matagal (Pomerol & Feugueur, 1986).

Por essas razões, as coleções antigas provenientes de jazigos agora inacessíveis são extremamente preciosas. As sondagens modernas não permitem, devido a sua natureza, a amostragem correta dos leitos fossilíferos, que são frágeis e por vezes de extensão muito reduzida na superfície.

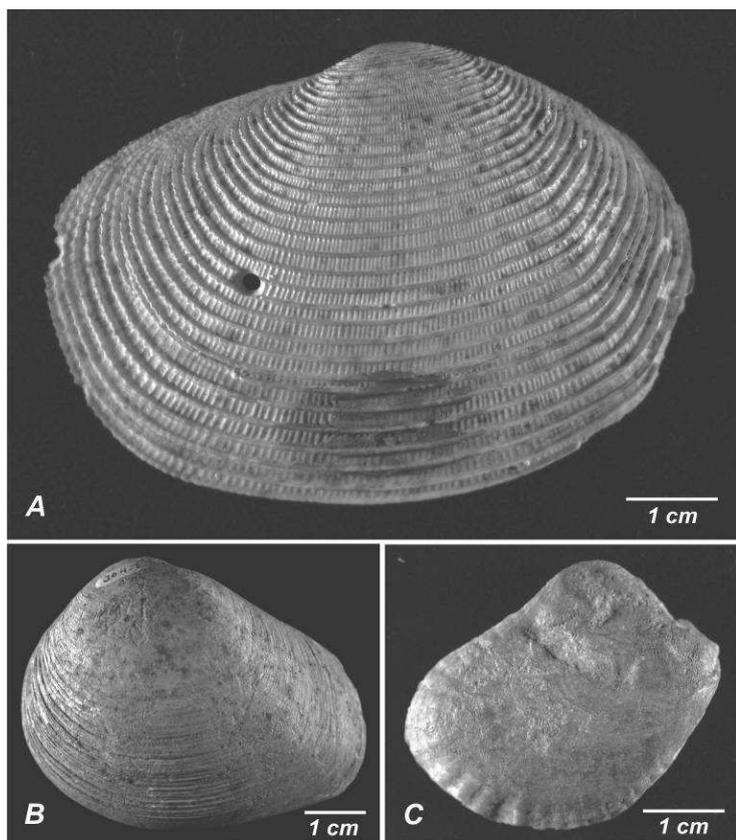


Figura 5. Fósseis da Bacia de Paris representativos da coleção apresentada ao imperador Dom Pedro II. A) *Corbis lamellosa* (MN 798-I); B) *Crassatellites plumbea* (MN 304-I); C) *Ostrea elegans* (MN 816-I).

5 A IMPORTÂNCIA CIENTÍFICA E HISTÓRICA DA COLEÇÃO DA BACIA DE PARIS

A importância científica da coleção é demonstrada, portanto, não só pelo acentuado número de espécies representativas da Bacia de Paris e pelo amplo espectro cronogeológico dos fósseis, como por suas procedências, onde se destacam localidades clássicas de coleta, como Bracheux, Hérouval, Grignon, La Guépelle e Étréchy, ainda constantes dos roteiros geológicos para estudo da

bacia, além de outras certamente hoje inacessíveis ou inexistentes, devido ao crescimento urbano e ação antrópica.

Ao apresentar o imperador, o senhor Loustau colaborou, de certo modo, na manutenção do registro de fósseis dessas localidades hoje ameaçadas. Formado pela *École Centrale*, o engenheiro Gustave Loustau (1809-1895) foi um dos fundadores da Sociedade dos Engenheiros Cíveis da França (*Société des Ingénieurs Cíveis de France*) e membro de várias outras associações francesas, como a Sociedade Geológica da França (*Société Géologique de France*), a Sociedade de Geografia de Paris (*Société de Géographie de Paris*), a Sociedade dos Antiquários da França (*Société des Antiquaires de France*), da comissão arqueológica de Senlis (*Comité Archéologique de Senlis*) e da Academia de Savóia (*Académie de Savoie*) (Appert, 1895; Bousquet, 1895). Dedicava-se ao estudo de geologia, arqueologia e numismática, organizando coleções, inclusive de fósseis, com o auxílio de sua esposa, filha de A. G. Lebrun, um dos mais notáveis diretores da *École d'Arts et Métiers de Châlons*. Deve-se ressaltar que o colecionismo de conchas fósseis não era incomum à época, tanto por estudiosos como por particulares, e os fósseis do norte da França não lhe eram desconhecidos (Bousquet, 1895). Loustau tinha, portanto, amplo conhecimento das principais localidades de procedência dos fósseis, tornado-se certamente um entusiasmado colecionador dos mesmos. Provavelmente ciente do grande interesse do imperador pelas ciências em geral, lhe ofertou a coleção de conchas fósseis da Bacia de Paris. Não se pode, entretanto, descartar a hipótese de estar unicamente representando a companhia, face ao interesse do imperador pelas ferrovias.

Historicamente, a coleção reveste-se de suma importância, por se tratar da única coleção de fósseis identificada até o momento como pertencente ao Museu do Imperador, e preservada, na sua quase totalidade, no acervo do Museu Nacional.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro. A Arnaldo Campos dos Santos Coelho (Museu Nacional/UFRJ) e Roberto de Andrade Martins (Universidade Estadual

de Campinas) pelas sugestões e valiosas informações; Maria José Veloso da Costa Santos e Sílvia Ninita de Moura Estevão, pelo auxílio à pesquisa da documentação contida na Seção de Memória e Arquivo (SEMEAR) do Museu Nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APPERT, Louis. Procès-verbal de la séance du 1er février 1895. *Mémoires et Compte Rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France* **1**: 199-200, 1895.
- BOUSQUET, G. du. Obsèques de M. G. Loustau. *Mémoires et Compte Rendu des Travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France* **1**: 149-151, 1895.
- BURKE, Peter. *Uma história social do conhecimento de Gutenberg a Diderot*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.
- CARVALHO, José Murilo de. *Dom Pedro II*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- CUVIER, Georges; BRONGNIART, Alexandre. Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle* **11**: 293-326, 1808.
- DANTAS, Regina Maria Macedo Costa. *A casa do Imperador. Do Paço de São Cristóvão ao Museu Nacional*. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação (Mestrado em Memória Social) – Centro de Ciências Humanas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
- EWBANK, Thomas. *A vida no Brasil: ou, Diário de uma visita à terra do cacauero e das palmeiras*. Trad. Jamil Almansur Haddad. Belo Horizonte: Itatiaia, 1976.
- FERNANDES, Antonio Carlos S.; FONSECA, Vera Maria Medina; VIEIRA, Priscila Magalhães; MARINO, Laís Machado. Os fósseis estrangeiros da coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* **108**: 1-36, 2006.
- LAMARCK, Jean-Baptiste. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 1802-1806. 8 vols.

- POMEROL, Charles; FEUGUEUR, Léon Louis. *Bassin de Paris*. 3. ed. Paris: Masson, 1986.
- RUDWICK, Martin J. S. *Georges Cuvier, fossil bones, and geological catastrophes. New translations and interpretations of the primary texts*. Chicago: University of Chicago Press, 1997.
- . *Bursting the limits of time. The reconstruction of geobistory in the age of revolution*. Chicago: University of Chicago Press, 2005.
- SANTOS, Francisco Marques dos. Aspectos da primeira viagem dos imperadores do Brasil à Europa e Egito. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro* **188**: 55-91, 1945.
- TAQUET, Philippe. Georges Cuvier: extinction and the animal kingdom. Pp. 202-211, *in*: HUXLEY, Robert (ed.). *The great naturalists*. London: Thames & Hudson, 2007.
- WHITAKER, Katie. The culture of curiosity. Pp. 75-90, *in*: JARDINE, Nicholas; SECORD, James A.; SPARY, Emma C. (eds.). *Cultures of natural history*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

As interpretações dos estudos de Avery, MacLeod e McCarty sobre a natureza química do “fator transformante” em bactérias

Caroline Belotto Batisteti *
Elaine Sandra Nabuco de Araújo #
João José Caluzi §

Resumo: Neste trabalho apresentamos o resultado parcial de uma dissertação de mestrado que discute os experimentos de Oswald Theodore Avery (1877-1955) e colaboradores sobre a natureza química da substância responsável por induzir a transformação bacteriana. Analisamos alguns livros-textos de genética, bioquímica e biologia molecular, bem como algumas publicações que abordam a história da biologia molecular. Concluímos que, embora o artigo de Avery, MacLeod e McCarthy, de 1944, seja considerado decisivo para atribuir ao ácido desoxirribonucleico (DNA) um papel de hereditariedade, há, nas fontes consultadas, poucas informações acerca das controvérsias sobre sua aceitação pela comunidade científica da época. Entendemos que esse assunto deve ser estudado com maior profundidade, com base em fontes primárias e secundárias confiáveis.

Palavras-chave: história da Biologia Molecular; fator transformante; DNA.

The interpretations of MacCarty, MacLeod and Avery’s studies on the chemical nature of the “transforming factor” in bacteria

* Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru. E-mail: carolbatisteti@fc.unesp.br.

Pesquisadora do Centro de Divulgação e Memória da Ciência e Tecnologia; Bolsista PRODOC/CAPES, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru. E-mail: centro@fc.unesp.br

§ Departamento de Física da Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru e Programa de Pós-Graduação em Educação Para a Ciência / Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru. E-mail: caluzi@fc.unesp.br.

Abstract: This paper presents the partial results of a Master Degree dissertation which discusses the experiments of Oswald Theodore Avery (1877-1955) and his collaborators on the chemical nature of the substance responsible for inducing bacterial transformation. We analyzed some Genetics, Biochemistry and Molecular Biology textbooks, as well as some publications which deal with the history of molecular biology. We concluded that, despite the fact that the 1944 article by Avery and his contributors is regarded as decisive to attribute to deoxyribonucleic acid its role in heredity, there is, in the consulted sources, little information about the controversies of its acceptance by the scientific community at the time. We think that this subject must be deeply studied, taking into account trustworthy primary and secondary sources.

Keywords: history of molecular biology; transforming factor; DNA

1 INTRODUÇÃO

A relação entre a molécula de DNA (ácido desoxirribonucleico) e a hereditariedade foi estabelecida nas décadas de 40 e 50 do século XX. Antes disso, os pesquisadores propuseram que a natureza química do material genético era protéica, pois somente as proteínas, com sua diversidade de formas, estudadas até então de modo freqüente, poderiam dar conta da complexidade da ação dos genes.

Neste artigo, inicialmente, comentaremos sobre os estudos de Frederick Griffith (1877-1941), publicados em 1966, a respeito da transformação bacteriana¹, que são considerados fundamentais para o desenvolvimento dos trabalhos de Oswald Theodore Avery (1877-1955); Colin Munro MacLeod (1909-1972) e Maclyn McCarty (1911-2005), publicados em 1944, sobre a natureza química do “princípio transformante”².

Em seguida, analisaremos o modo com que os estudos de Avery, MacLeod e McCarty são abordados em cinco livros-textos de genética (Debusk, 1971; Gardner & Snustad, 1986;

¹ Em linhas gerais, atualmente, a transformação bacteriana envolve a incorporação de DNA exógeno ao material genético das células bacterianas, resultando em uma recombinação gênica herdável. Griffith utilizava essa expressão ao referir-se à transformação de um tipo de pneumococos em outro, por exemplo, transformação do Tipo II de pneumococos em Tipo III.

² O termo “princípio transformante” diz respeito ao fator responsável pela transformação bacteriana.

Herskowitz, 1971; Stansfield, 1985; Thompson & Thompson, 1974); em um de bioquímica (Lenhinger, 2002), bem como em três publicações que abordam a história da biologia molecular (Acot, 2003; Hausmann, 2002; Watson & Berry, 2005).

1.1 A natureza química do “fator transformante”

O médico inglês Frederick Griffith dedicou-se ao estudo sobre os tipos de pneumococos, bactérias encontradas em casos de pneumonia lobar³ de 1920 a 1927. A Tabela I apresenta o total de casos examinados por Griffith e a porcentagem de incidência dos tipos de pneumococos encontrados. No decorrer dessa pesquisa, ele percebeu a presença de dois ou mais tipos de pneumococos em uma amostra de secreção coletada de um paciente. Na tentativa de explicar essa observação, realizou vários experimentos envolvendo a transformação de um tipo de pneumococos para outro, a partir da inoculação de culturas em ratos.

Tabela I. Tipos de pneumococos em pneumonia lobar (Griffith, 1966, p. 130).

Período de investigação	Total de casos examinados	Porcentagem de incidência dos Tipos			
		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Grupo IV
Abril 1920 - Jan. 1922	150	30.6	32.6	6.6	30.0
Fev. 1922 – Out. 1924	61	42.6	21.3	3.2	32.7
Nov. 1924 – Mar. 1927	67	34.3	7.4	4.4	53.7

O principal ponto de interesse da investigação Griffith foi “a diminuição progressiva no número de casos de pneumonia devida ao pneumococo Tipo II [...] os números podem revelar um real

³ Pneumonia é a infecção do parênquima pulmonar, ocasionada por uma invasão de vírus, bactérias ou outros microorganismos. No caso da pneumonia lobar, uma seção do pulmão (lobo) é afetada.

decréscimo local do Tipo II, e um correspondente aumento dos casos do Grupo IV” (Griffith, 1966, p. 130).

A despeito da verificação em uma amostra (secreção) de uma linhagem do Grupo IV isolada, coletada em estágio avançado da pneumonia, Griffith ressaltou que isso não significava que esse grupo de pneumococos tenha causado, de fato, a doença. Ao examinar várias amostras coletadas em diferentes períodos, advindas de um mesmo caso, outros tipos foram identificados concomitantemente. Desse modo, haveria a possibilidade de que outros tipos causassem a doença.

Foram mencionadas por Griffith três possíveis explicações para a presença de dois ou mais tipos sorológicos em um mesmo caso, uma delas direcionada à hipótese de transformação, ou seja, a reversão de um Tipo de pneumococos em outro.

Griffith descreveu uma série de experimentos laboratoriais favoráveis à hipótese da transformação, em que ocorreram alterações nos tipos sorológicos. Ele utilizou “variantes” de pneumococos avirulentas e virulentas. Martin H. Dawson (1833-1871) resumiu as características que distinguem as duas formas de pneumococos:

As formas S são virulentas; elas produzem uma substância solúvel específica, que depende da especificidade do tipo; e elas formam colônias que têm uma superfície lisa quando examinada por luz refletida. As formas R são avirulentas; elas não produzem a substância solúvel específica e elas formam colônias que têm uma superfície rugosa quando similarmente examinadas. (Dawson, 1928, p. 577)

A designação S advém do termo *smooth*, e R do termo *rough*. A aparência lisa das colônias está relacionada à presença de uma cápsula de polissacarídeos nas bactérias virulentas. As bactérias não virulentas não apresentam esse envoltório.

Em seus experimentos sobre modificação, Griffith utilizou linhagens de pneumococos atenuadas R, obtidas de culturas de linhagens virulentas S. Ele verificou a reversão para formas virulentas S a partir da inoculação sob a pele de ratos, de uma larga dose de cultura avirulenta R atenuada. Para ele, a reversão da virulência era facilitada pela formação de uma massa de cultura de bactérias. Entretanto, Griffith considera que:

Esta proteção vinda de um mecanismo normal de defesa do animal não pode ser o único fator responsável por produzir a mudança, desde que, pneumococos atenuados R podem sobreviver inalterados em tecidos subcutâneos por duas ou três semanas sem qualquer proteção. (Griffith, 1966, p. 145)

A reversão da variante R para S era devida, conforme Griffith, ao fato das linhagens R atenuadas (obtidas originalmente de linhagens S) poderem reter em suas estruturas um antígeno S original, insuficiente em circunstâncias ordinárias de exercer um efeito patogênico no animal. Quando a linhagem R atenuada é inoculada em considerável massa sob a pele do rato, “a maioria dos pneumococos se rompe e o antígeno S liberado pode fornecer um *pabulum* que os pneumococos R viáveis podem utilizar para a construção de sua estrutura rudimentar S” (Griffith, 1966, pp. 145-146).

A substância ou antígeno S é, conforme Griffith:

Uma estrutura protéica específica dos pneumococos virulentos que os capacita a produzir um carboidrato solúvel específico. Esta proteína parece ser necessária como material que capacita a forma R a construir a estrutura protéica específica da forma S. (Griffith, 1966, p. 67)

Griffith realizou experimentos para verificar se condições mais favoráveis à reversão poderiam ser fornecidas a partir da inoculação em ratos de uma massa de cultura derivada de pneumococos virulentos mortos juntamente com uma pequena quantidade de pneumococos R atenuados. Isso mostraria, segundo ele, que a massa de cultura de bactérias e a alta concentração de antígeno S servem como um estímulo ou alimento para a reversão.

Griffith considerou que a inoculação de pequenas quantidades da linhagem R atenuada juntamente com quantidades maiores de linhagem S mortas por aquecimento constitui um método mais eficiente para a reversão das variantes R para S do que a inoculação de uma grande quantidade de linhagem R, apenas. A reversão da linhagem R para a sua forma S, a partir da inoculação de tipos distintos depende, de acordo com Griffith, do grau e do período de aquecimento da cultura virulenta. Um aquecimento à 60° C resulta na formação de pneumococos S virulentos do mesmo tipo da cultura aquecida. A justificativa de que a mudança teria ocorri-

do devido à sobrevivência de alguns pneumococos S, após o aquecimento, foi desconsiderada, pois, segundo Griffith, por meio dos métodos de cultura e inoculação animal, não houve evidências de pneumococos viáveis nas culturas aquecidas. Para ele, “parece não haver outra alternativa para a hipótese da transformação dos tipos” (Griffith, 1966, p. 170).

Apesar de os livros didáticos de Biologia e Bioquímica frequentemente relacionarem o termo “princípio ou fator transformante” aos experimentos de Griffith, ressaltamos que este não foi mencionado no seu trabalho. A palavra transformação foi utilizada por Griffith para referir-se à reversão de uma variante para outra e, para ele, a substância S necessária para ocorrência deste processo era uma proteína.

A palavra utilizada por Griffith (transformação) possui um significado descritivo, apenas. Ela possui o antepositivo *form*, do latim, *forma*, que possui o significado de “forma, figura exterior, aparência, formato”. O prefixo *trans*, da preposição *trans*, do latim, atribui às palavras cinco possíveis acepções, uma delas é a acepção de “mudança”. Finalmente, *ação*, que, entre outras, possui a acepção de “capacidade, possibilidade de executar alguma coisa”. Assim, a palavra *transformação* significa “capacidade de mudar a forma”. No caso, a mudança de uma aparência rugosa para uma lisa (R → S), ou seja, de uma bactéria avirulenta para uma virulenta. A introdução do substantivo fator, que possui as acepções “aquele que determina ou executa algo”, ou “qualquer elemento que concorre para um resultado”, deixa de ser apenas descritivo para uma especulação causal: aquilo que determina a capacidade de mudar de forma. Não sabemos quem cunhou a expressão “fator transformante”, que é bastante utilizada nos livros-textos atuais e atribuído a Griffith. Como afirmamos, em seu trabalho ele usa a expressão *transformação*, que, como explicamos anteriormente, possui conotações diferentes.

1.2 Os experimentos de Avery, MacLeod e MacCarty

Os pesquisadores Avery, MacLeod e McCarthy, iniciaram um trabalho de análise mais detalhada do fenômeno de transformação dos tipos de pneumococos (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944). Estavam interessados em isolar o fator capaz de induzir a “trans-

formação” de variantes não virulentos oriundos de *Pneumococcus* Tipo II em *Pneumococcus* virulentos Tipo III e se possível identificar a sua natureza química ou ao menos caracterizá-lo o suficiente para classificá-lo em grupos gerais de substâncias químicas conhecidas, isto é, proteínas, lipídios, polissacarídeos ou ácidos nucléicos.

Para esse estudo, escolheram para investigação, um exemplo típico de transformação, anteriormente realizado por Griffith – a transformação de uma variante R de pneumococos Tipo II para pneumococos Tipo III (Avery, MacLeod & McCarty, 1944). Seus experimentos foram desenvolvidos *in vitro*, o que exigiu o conhecimento de diversas condições de cultura das amostras utilizadas – muitas delas já descritas em trabalhos anteriores por outros pesquisadores.

Dawson e Richard H. P. Sia, em 1931, efetuaram experimentos de transformação *in vitro* correspondentes aos que Griffith havia realizado *in vivo*. Um deles consistia no crescimento de pequenas quantidades de uma cultura R em meio de cultura adequada para o qual havia sido adicionada uma vacina⁴ de Tipo S heteróloga (por exemplo, utilizava uma cultura R derivada de pneumococos S Tipo II e uma vacina de pneumococos Tipo III) – o que resultava na transformação das formas R para S do mesmo tipo empregado na vacina. Mostraram que tanto quanto *in vivo*, a transformação *in vitro* poderia ser seletivamente induzida, dependendo da especificidade do tipo de células S utilizadas, e, encontraram algumas condições de produção das reações: para os experimentos serem bem sucedidos havia que ser adicionado ao meio de cultura soro ou hemácias, e, a transformação dos tipos era mais facilmente efetuada pelo emprego de soro anti-R no meio de cultura.

Em 1932, Lionel J. Alloway mostrou que o princípio ativo responsável pela transformação poderia ser extraído das células S na forma solúvel, e concluiu que, “Pneumococos R avirulentos derivados de formas S de um tipo específico poderiam ser transformados pelo crescimento em caldo contendo soro anti-R e um aquecido, extrato filtrado de células S de pneumococos de um tipo

⁴ Células S encapsuladas mortas pelo calor.

diferente, para organismos S virulentos idênticos em tipo com as bactérias extraídas” (Alloway, 1932, p. 98). Alloway, em 1933, mencionou que os métodos utilizados nos experimentos de seu trabalho acima citado resultaram na perda de uma quantidade considerável de substância ativa, o que o levou a descrever métodos mais eficientes de extração e purificação dos extratos:

Extratos de pneumococos altamente ativos em induzir a transformação *in vitro* de tipos específicos de pneumococos têm sido preparados pela dissolução de células S com desoxicolato de sódio, precipitação do material dissolvido em álcool [...], e extração do precipitado em solução salina. (Alloway, 1933, p. 277)

Na discussão do seu trabalho, Alloway afirmou:

Os experimentos apresentados fornecem evidência adicional que a transformação em tipo não é aparente, mas real, e que as mudanças são causadas na presença do extrato por meio da ação específica de um constituinte solúvel presente nas formas S de pneumococos. É quase inconcebível que algum elemento vivo nas células de pneumococos poderia sobreviver aos procedimentos drásticos empregados na preparação dos extratos. (Alloway, 1933, p. 276)

Os trabalhos citados anteriormente, praticamente contemporâneos aos estudos de Avery, MacLeod e McCarthy foram fundamentais para que eles desenvolvessem os procedimentos metodológicos que adotaram em seus experimentos. Isso evidencia o processo de construção do conhecimento científico, a partir dos trabalhos de grupos de pesquisas que refutam ou corroboram as idéias de outros. Essas idéias podem ser aceitas e utilizadas pela comunidade científica ou não.

Os experimentos de Dawson e Sia, como os de Alloway, influenciaram muito provavelmente os procedimentos experimentais utilizados por Avery, MacLeod e McCarthy. Nestes, todos os fatores descritos anteriormente relacionados às condições de uma melhor produção do processo de transformação estão presentes: utilização de um caldo de carne nutriente enriquecido com fluido aquoso ou soro, de fluido do pulmão contendo anticorpos R; produção de um extrato, purificação e esterilização do material com álcool.

Avery, MacLeod e McCarthy mencionaram que:

A efetividade de diferentes partes do soro variava e que as diferenças observadas não foram necessariamente dependentes do conteúdo de anticorpos R, desde que muitos soros de alto título foram incapazes de dar suporte à transformação. Este fato sugere que outros fatores além de anticorpos R estão envolvidos. (Avery, MacLeod, MacCarty, 1944, p. 139)

Avery considerou importante para a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis: o conhecimento de que as células de pneumococos possuem uma enzima intracelular que destrói a atividade do princípio transformante (esta é inativada quando o soro é aquecido a 60-65°C) e, a seleção cautelosa de uma variante R adequada – pois uma cultura R pode submeter-se a sucessivas dissociações e resultar em variantes que perdem a capacidade de responder aos estímulos transformantes. A variante R selecionada por Avery resultou de sucessivas culturas seriadas de pneumococos S do Tipo II.

Foi interessante o desenvolvimento de um método para determinar quantitativamente a atividade transformante de diversas frações de material ativo. Todos os fatores, condições de cultura e técnicas anteriormente citadas foram considerados. Os resultados dessa titulação da atividade transformante foram interpretados da seguinte maneira:

As propriedades anti-R do soro no meio induzem as células R a aglutinarem durante o crescimento, e massas uniformes de células aglutinadas depositam-se no fundo do tubo deixando um sobrenadante claro. Quando a transformação ocorre, as células S encapsuladas, não sendo afetadas por estes anticorpos, crescem difusamente por todo o meio. Em outras palavras, na ausência da transformação o sobrenadante permanece claro, e somente crescimento sedimentado de células R ocorre. (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 142)

Em seu artigo de 1944, Avery, MacLeod e MacCarty discorreram sobre os métodos para isolamento do princípio transformante. O material de origem do princípio ativo foi uma linhagem de pneumococos Tipo III que, dentre diversos procedimentos de crescimento e conservação, foram aquecidos a uma temperatura

de 65°C por 30 minutos (para inativação da enzima intracelular que destrói o princípio de transformação).

As células mortas pelo calor foram lavadas com salina, o que promoveu a remoção de uma grande parte de polissacarídeos capsulares, muitas das proteínas e ácido ribonucléico. Essas células foram então extraídas em salina contendo desoxicolato de sódio e separadas por centrifugação. Esses extratos foram combinados e precipitados em álcool etílico absoluto – como o desoxicolato de sódio é solúvel em álcool, ele permaneceu no sobrenadante tendo sido retirado. O precipitado formou uma massa fibrosa que flutuava na superfície do álcool, que foi retirada; o excesso de álcool drenado e o precipitado re-dissolvido em salina.

O próximo passo foi a “desproteínização” e a remoção do polissacarídeo capsular, por meio do uso de uma preparação purificada da enzima de bactérias capaz de hidrolisar (ou quebrar) o polissacarídeo capsular Tipo III. O método de “desproteínização” foi novamente aplicado para “remover as enzimas proteínas adicionadas e os traços de proteínas de pneumococos restantes” (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 143). Seguiu-se um fracionamento repetido do material em álcool etílico, para se obter a maior porção de material ativo que pudesse estar presente no extrato bruto original.

Tendo em vista a grande quantidade de informações presentes e espaço disponibilizado para o presente artigo, fizemos aqui uma breve descrição acerca dos procedimentos utilizados por Avery, MacLeod e McCarthy, principalmente no que se refere ao método de titulação da atividade transformante e procedimentos para isolamento e purificação do princípio ativo. Essas técnicas podem ser encontradas, respectivamente, de forma detalhada em Avery, MacLeod e MacCarty (1944, pp. 141-144).

1.3 Análises do material transformante purificado

Na tentativa de identificar o princípio ativo, Avery, MacLeod & MacCarty (1944) realizaram análises de diversas naturezas. Tratamos aqui de alguns aspectos relevantes presentes no referido artigo – que reflete claramente uma busca incessante em relacionar o fator transformante ao DNA.

Em análises químicas, foram examinadas quatro preparações purificadas sobre o conteúdo de nitrogênio, carbono, hidrogênio e

fósforo. A razão entre nitrogênio/fósforo foi estabelecida. A média do valor das razões encontradas estava “intimamente de acordo com aquele calculado nas bases da estrutura teórica da desoxirribonuclease de sódio”. Em seguida complementaram: “Os números analíticos por si sós não estabelecem que a substância isolada seja uma entidade química pura” (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 145).

Tabela II. Inativação do princípio transformante por preparações de enzimas brutas (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 146).

Preparações enzimáticas brutas	Atividade enzimática			
	Fosfatase	Trybutyrin esterase	Depolimerase para Desoxirribonuclease	Inativação do princípio transformante
Mucosa intestinal de cachorro	+	+	+	+
Fosfatase de osso de coelho	+	+	-	-
Rim suíno	+	-	-	-
Pneumococos autolisados ⁵	-	+	+	+
Soro normal de coelho e cachorro	+	+	+	+

Diversas enzimas foram testadas para sua capacidade de destruir a atividade biológica em extratos potentes. O tratamento dos extratos com tripsina⁶, quimiotripsina e ribonuclease⁷ não tiveram nenhum efeito sob o princípio transformante. Este fato, segundo os autores, “é evidência adicional que esta substância não é ácido ribonucléico ou uma proteína suscetível da ação de enzimas trípti-

⁵ A autólise é um processo pelo qual a célula se autodestrói espontaneamente.

⁶ A tripsina e a quimiotripsina são tipos de enzimas que agem sobre proteínas.

⁷ Enzima que cliva a molécula de RNA pela hidrólise de suas ligações.

cas” (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 146). Além dessas enzimas, os testes envolveram preparações enzimáticas obtidas de órgão de vários animais. Essas preparações foram testadas em relação a diferentes atividades enzimáticas e os resultados foram comparados com a capacidade de destruição do princípio transformante. A Tabela II resume os dados encontrados.

Tabela III. Inativação térmica diferencial de enzimas em soro de cachorro e coelho que destrói a substância transformante (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 148).

	Tratamento térmico do soro	Diluição*	Testes triplicados					
			1		2		3	
			Crescimento Difuso	Forma da colônia	Crescimento Difuso	Forma da colônia	Crescimento Difuso	Forma da colônia
Soro do cachorro	Não aquecido	Não diluído	-	so- mente R	-	so- mente R	-	so- mente R
		1:5	-	“	-	“	-	“
		1:25	-	“	-	“	-	“
	60°C por 30 min.	Não diluído	+	SIII	+	SIII	+	SIII
		1:5	+	SIII	+	SIII	+	SIII
		1:25	+	SIII	+	SIII	+	SIII
	65°C por 30 min.	Não diluído	+	SIII	+	SIII	+	SIII
		1:5	+	SIII	+	SIII	+	SIII

Soro do coelho	Não aquecido	Não diluído	–	so- mente R	–	so- mente R	–	so- mente R
		1:5	–	“	–	“	–	“
		1:25	–	“	–	“	–	“
	60°C por 30 min.	Não diluído	–	“	–	“	–	“
		1:5	–	“	–	“	–	“
		1:25	–	“	–	“	–	“
	65°C por 30 min.	Não diluído	+	SIII	+	SIII	+	SIII
		1:5	+	SIII	+	SIII	+	SIII
		1:25	+	SIII	+	SIII	+	SIII
Controle (nenhum soro)	Ne- nhum	Não diluído	+	SIII	+	SIII	+	SIII
		1:5	+	SIII	+	SIII	+	SIII
		1:25	+	SIII	+	SIII	+	SIII

* Diluição da mistura da essência do soro e substância transformante.

Interessante foi a justificativa dada por Avery para a realização do teste da atividade com a depolimerase:

Visto que no material transformante altamente purificado isolado de extratos de pneumococos foi encontrado ácido desoxirribonucléico, estas mesmas enzimas foram testadas para atividade depolimerase sob conhecidas amostras de ácido desoxirribonucléico isolado. (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 146)

Em cada análise, os elementos anteriormente obtidos eram sempre considerados – por exemplo, nas análises químicas ele havia obtido dados que o levaram a pensar que ao menos um dos componentes do princípio ativo poderia ser o DNA, então, por

que não testar a atividade da enzima que age sobre o DNA em relação ao princípio transformante?

Sobre a análise dos resultados dos testes acima realizados, os investigadores concluíram que:

Independentemente da presença de fosfatase ou esterase somente aquelas preparações que mostraram conter uma enzima capaz de despolimerizar amostras autênticas de ácido desoxirribonucléico eram encontradas inativar o princípio transformante. (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, pp. 146-147)

Estes autores realizaram procedimentos, envolvendo o método de titulação, descrito anteriormente, para verificar o efeito do soro de coelho e cachorro sob a atividade do princípio transformante. Os dados são apresentados na tabela III.

Os dados apresentados na Tabela III indicam que, na ausência de tratamento térmico, ambos os soros eram capazes de destruir completamente a atividade do fator transformante. Enquanto o aquecimento à 60°C foi suficiente para inativar completamente a enzima responsável por destruir o princípio transformante presente no soro do cachorro; para destruição completa da enzima correspondente no soro do coelho foi necessário aquecimento à 65°C.

Essas mesmas amostras dos soros de cachorro e coelho foram testadas em relação as suas atividades de depolimerase sob uma preparação de desoxirribonuclease de sódio. A quantificação da atividade foi medida acerca da viscosidade. Basicamente, Avery, MacLeod e McCarthy encontraram que ambos os soros, quando não aquecidos, apresentavam baixa viscosidade, e, portanto, a atividade da depolimerase estava presente, entretanto, quando aquecidos à 65°C a viscosidade relativa era alta, ocorrendo destruição completa da depolimerase.

Somente o fluoreto, dentre as várias substâncias testadas sobre suas capacidades em inibir a ação da enzima que destrói o princípio de transformação, apresentou efeito significativo. Segundo Avery havia sido encontrado que o fluoreto, nas mesmas concentrações, inibia também a despolimerização do DNA.

O fato que a atividade transformante é destruída somente por aquelas preparações contendo depolimerase para ácido desoxirribonucléico e que em ambos os exemplos as enzimas relacionadas

são inativadas para a mesma temperatura e inibidas pelo fluoreto fornecem evidência adicional para a crença que o princípio ativo é um ácido nucléico do tipo desoxirribose. (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, pp. 149-150)

De acordo com as análises sorológicas, a perda de reatividade sorológica do material ativo isolado indicou que constituintes como proteínas de pneumococos e proteínas capsulares estavam *quase* completamente removidas das preparações finais.

Percebemos que Avery, apesar de excluir a possibilidade da presença de proteínas, não afirma convincentemente que o único constituinte do princípio ativo seria o DNA. Nas frases: “é de especial interesse que no exemplo estudado, material altamente purificado e livre de proteínas consistindo grandemente, se não exclusivamente” (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 152), e “a evidência apresentada suporta a crença que um ácido nucléico do tipo desoxirribose é a unidade fundamental do princípio transformante” (*Ibid.*, p. 156), a afirmação acima é evidenciada.

Destacamos a colocação de Avery sobre uma possível limitação dos métodos:

Os dados obtidos por análises químicas, [...] indicam que, dentro dos limites dos métodos, a fração ativa não contém proteínas demonstráveis [...] e consiste principalmente, se não somente, de forma altamente polimerizada, viscosa de ácido desoxirribonucléico. (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 156, sem ênfase no original)

Na discussão, Avery, MacLeod e MacCarty (1944, p. 154) discutiram seus entendimentos acerca do processo envolvido na transformação:

Os eventos bioquímicos que são a base do fenômeno sugerem que o princípio transformante interage com a célula R causando uma série coordenada de reações enzimáticas que culminam na síntese do antígeno capsular Tipo III. Os achados experimentais têm claramente demonstrado que as alterações induzidas não são aleatórias mas previsíveis, sempre correspondendo em especificidade do tipo para aquelas das células encapsuladas da qual a substância transformante foi isolada. Uma vez que a transformação tem ocorrido, as características novamente adquiridas são desde então transmitidas em séries através de inúmeras transferências em meio artificial sem nenhuma adição do agente transformante.

[...] É evidente, portanto, que não somente o material capsular é reproduzido em sucessivas gerações mas que o fator primário, que controla a ocorrência e a especificidade do desenvolvimento capsular, é também reduplicado nas células filhas. [...] Igualmente, se não mais significativo é o fato que estas mudanças são previsíveis, tipo-específicas, e herdáveis. (Avery, MacLeod & MacCarty, 1944, p. 154)

Avery relacionou às mudanças à hereditariedade, mas não deixou claro o estabelecimento entre uma possível função do DNA nesse processo. As questões levantadas sobre a limitação dos métodos e a identificação de uma entidade química talvez *não* pura podem ter aberto espaço para um campo obscuro de dúvidas.

2 A APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS POR AVERY, MACLEOD E MCCARTHY NOS LIVROS DIDÁTICOS

Dada a importância dos estudos de Avery, MacLeod e McCarthy considerados como desencadeadores da idéia de DNA como material genético, os seus resultados são frequentemente abordados em livros-textos de Genética e Bioquímica. Seleccionamos alguns desses livros utilizados nos cursos de graduação em áreas biológicas, incluindo os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas. A Tabela IV apresenta os títulos das publicações por nós analisadas:

A seguir, uma discussão acerca das abordagens históricas apresentadas nas publicações mencionadas na Tabela IV.

2.1 Interpretações historiográficas sobre os resultados obtidos por Avery, MacLeod e McCarthy

Em estudos históricos que discutem sobre a contribuição de Avery, MacLeod e McCarthy é possível encontrar diferentes posições como, por exemplo, a de Pascal Acot que comentou:

Em nenhum momento Avery menciona a idéia de hereditariedade nesse artigo. Muitos historiadores das ciências consideram que Avery focaliza estritamente sua reflexão no fator transformante do pneumococo, o que teria impedido de compreender plenamente o papel do DNA em matéria de hereditariedade. (Acot, 2003, p. 4)

Tabela IV. Dados das publicações analisadas

Título	Autor	Ano de publicação
<i>Genética Molecular</i>	Aron Gib. Debusk	1971
<i>Genética Médica</i>	James. S. Thompson e Margaret W. Thompson.	1974
<i>Genética</i>	Eldon J. Gardner e D. Peter Snustad	1986
<i>Princípios básicos de genética molecular</i>	Irwin H. Herskowitz	1971
<i>Genética</i>	William D. Stansfield	1985
<i>Princípios de Bioquímica</i>	Albert L. Lehninger	2002
<i>História da Biologia Molecular</i>	Rudolf Hausmann	2002
<i>A dupla revolução da dupla hélice</i>	Pascal Acot	2003
<i>DNA: o segredo da vida</i>	James D. Watson e Andrew Berry	2005

Destacamos que Avery, MacLeod e McCarthy, na conclusão de seu artigo, não evidenciaram a relação entre o DNA e hereditariedade. Porém, na introdução mencionaram os esforços de biólogistas para entender quimicamente o mecanismo de indução de mudanças previsíveis e específicas em organismos superiores que poderiam ser transmitidas em séries como características hereditárias. Em seguida, os autores relataram os exemplos de alterações herdáveis e específicas em microorganismos.

No livro *História da Biologia Molecular*, Rudolf Hausmann também fez considerações acerca da conclusão do trabalho de Avery:

Em suma, o trabalho ao qual [...] Avery dedicou totalmente os últimos anos da sua vida [...] era minucioso e inatacável, valendo até hoje de competência e técnica e escrupulosidade. Porém a única afirmação que os três autores ousaram fazer foi: “as observações expostas apóiam a suposição de que um ácido nucléico, do tipo da desoxirribose, seja a unidade básica do princípio transformante do *Pneumococcus* Tipo III”. (Hausmann, 2002, p. 98)

Ressaltamos que Hausmann aventou que um dos motivos que levaram Avery a omitir a relação entre a hereditariedade e o DNA, pode ter sido:

Porém, quem sabe?... Talvez o gene protéico fosse especialmente termoresistente? Ou talvez fossem os genes protegidos pelo DNA, que possivelmente, desempenhavam uma função decisiva, embora não determinante de especificidade? O engano de Willstätter⁸ em relação à natureza das enzimas [...], cerca de 15 anos antes, ainda estava vívido na lembrança! Avery *et al.* (1944) se eximiam com cautelas. (Hausmann, 2002, p. 92)

Acot mencionou que alguns historiadores atribuem à excessiva modéstia de Avery o fato dele não ter interpretado o DNA como responsável pela hereditariedade e acrescentou:

A seu favor, convém lembrar que em 1944 a comunidade científica não estava pronta para atribuir ao DNA um papel de hereditariedade, considerando que esta molécula era por demais regular e monótona em comparação com a complexidade tão rica das proteínas. Muitos pesquisadores avançaram, portanto a idéia de que os resultados de Avery podiam explicar-se por uma contaminação das preparações de DNA pelos traços de proteínas. (Acot, 2003, p. 4)

Com relação às controvérsias acerca da aceitação dos resultados de Avery pela comunidade científica, elas são reportadas no livro *DNA: o segredo da vida* de James Dewey Watson e Andrew Berry da seguinte forma:

Em parte por causa das suas implicações explosivas, a monografia apresentada em 1944 por Avery, MacLeod e McCarty foi recebida com sentimentos ambíguos. Muitos geneticistas aceitaram as conclusões. Afinal, se o DNA é encontrado em todo cromossomo, por que não haveria de ser o material genético por excelência? Por sua vez, contudo, a maioria dos bioquímicos expressou dúvida quanto ao DNA ser uma molécula suficientemente complexa para agir como repositório de uma quantidade tão vasta de in-

⁸ Segundo Hausmann, Richard Willstätter afirmava que enzimas não eram proteínas (Hausmann, 2002).

formações biológicas. Continuaram acreditando que as proteínas, o outro componente dos cromossomos, acabariam por se revelar a substância da hereditariedade. (Watson & Berry, 2005, p. 52)

Hausmann citou alguns autores, entre eles, Erwin Chargaff e Joshua Lederberg que enunciaram, após a década de 60, a importância dos trabalhos de Avery. Porém, ainda segundo Hausmann, nas publicações de Chargaff (1950) e de Norton D. Zinder e Lederberg (1952), os trabalhos de Avery foram citados de forma irrelevante. Ele ainda acrescentou que, estes trabalhos foram omitidos em três publicações de 1953, na de James Watson e Francis Crick, na de Maurice H. F. Wilkings, Alex R. Stokes & Herbert R. Wilson e na de Rosalind Franklin e Raymond G. Gosling (Hausmann, 2002, pp. 92-93).

A partir das considerações anteriores, percebemos indícios que apontam para o baixo impacto dos trabalhos de Avery dentro da comunidade científica da época. Além das publicações aqui analisadas que tratam da história da biologia molecular, no livro texto de Lenhinger a hipótese de contaminação do preparado de DNA por vestígios protéicos levantada por pesquisadores na época também foi mencionada, conforme a citação a seguir:

Avery e seus colaboradores concluíram que o DNA extraído da cepa virulenta transportava a mensagem geneticamente herdável da virulência. *Nem todos aceitaram essas conclusões, porque traços de impurezas protéicas presente no DNA poderiam ter sido o transportador real da informação genética. Essa possibilidade logo foi eliminada pela descoberta de que o tratamento do DNA com enzimas proteolíticas não destruiu a atividade transformadora, mas sim o tratamento com desoxirribonuclease (enzimas que hidrolisam o DNA).* (Lenhinger, 2002, p. 256, sem ênfase no original)

Chamamos a atenção para o fato de que, Avery, MacLeod e McCarthy, diferente da afirmação de Lenhinger, não relacionaram o DNA à hereditariedade diretamente. Além disso, o trecho em destaque na citação anterior induz a pensar que os tratamentos com proteases, desoxirribonucleases e ribonucleases, foram realizados em um experimento posterior aos relatados no artigo de Avery, MacLeod e McCarthy (1944). Porém, nesse artigo, já estão descritos tais tratamentos.

Diante da constatação de que o livro texto citado anteriormente faz referências a aspectos históricos do tema em questão, na próxima sub-seção discutimos as possíveis abordagens históricas presentes nos livros textos analisados.

2.2 Abordagens históricas dos trabalhos de Avery, MacLeod e McCarthy nos livros-textos analisados

Os trabalhos de Avery, MacLeod e McCarthy são abordados em todas as fontes por nós consultadas. Constatamos que, nos livros textos analisados, em geral, nos tópicos em que são descritos os experimentos de Avery acerca da natureza química do “princípio transformante”, há uma relação direta entre esse e o material genético. Por exemplo, em Aron Gib Debusk (1971), o tópico intitula-se *O DNA como material genético*. Idéia similar é apresentada nos tópicos de Gardner e Snustad (1986) e Lenhinger (2002), em que os trabalhos de Avery são discutidos. Contudo, conforme já comentamos na análise histórica, esta relação não é claramente estabelecida por Avery, MacLeod e McCarthy. Em Thompson e Thompson (1974), a palavra *Evidências* no título do tópico, sugere certa cautela na abordagem dos experimentos de Avery como *evidências* de que o DNA é o material genético. Já em Herskowitz (1971), o título *A transformação genética de bactérias* aparentemente preocupa-se em fornecer informações recentes acerca da transformação, pois utiliza a palavra genética que não foi empregada por Griffith em seus trabalhos sobre transformação bacteriana e nem por Avery, MacLeod e McCarthy.

Para Lenhinger, os trabalhos de Avery foram a “primeira evidência direta de que o DNA é o possuidor da informação genética” (Lenhinger, 2002). Esta opinião é compartilhada pelos outros autores de livros-textos por nós analisados, ver tabela IV. No entanto, conforme discutido no subitem anterior, evidências sugerem que pesquisadores renomados da época não consideraram em suas pesquisas os dados obtidos por Avery – sendo estes completamente ignorados. Isso parece estabelecer uma enorme contradição entre o que livro-texto dispõe atualmente como fundamental evidência ao desenvolvimento da relação DNA - informação genética e a importância atribuída aos trabalhos, no período em que foram publicados, que permeavam essa idéia.

Herskowitz (1971) fez uma breve descrição a respeito da maneira como o material genético de uma bactéria pode ser modificado por DNA de uma linhagem diferente, porém em momento algum mencionou os nomes de Griffith ou Avery. Interpretamos essa abordagem como ahistórica. Stansfield (1985) não fez referência aos trabalhos de Avery.

Lenhinger (2002), apesar de iniciar a temática aqui tratada com uma perspectiva histórica diacrônica, se referindo aos estudos do núcleo da célula, posteriormente, quando se referiu à relação do DNA com a informação genética fez uma descrição bastante simplista dos experimentos de Avery:

Esses pesquisadores descobriram que o DNA extraído de uma cepa virulenta (causadora da doença) da bactéria *Streptococcus pneumoniae*, também conhecida como pneumococo, transformava geneticamente uma cepa não-virulenta desse organismo em uma forma virulenta. (Lenhinger, 2002, p. 256)

Ressaltamos que Avery, MacLeod e McCarthy não utilizaram expressões como “transformava geneticamente”.

Em Thompson e Thompson observamos uma história anacrônica: “A interpretação foi de que algum DNA do Tipo III S foi incorporado ao material genético dos II R, ocasionando uma transformação permanente” (Thompson & Thompson, 1974, p. 23).

Consideramos as abordagens de Lenhinger (2002) e Thompson e Thompson (1974), anteriormente mencionadas, problemáticas, pois as explicações atuais foram utilizadas como se tivessem sido dadas por Avery, o que ocasiona distorções históricas.

Em DeBusk, encontramos uma história pautada em nomes e datas: “Foi somente em 1944 que três pesquisadores, Avery, MacLeod e McCarty, realizaram o experimento crucial de fracionamento das células mortas para identificar a substância responsável pela transformação” (Debusk, 1971, p. 19) – o que frente a todo o contexto científico metodológico em que os experimentos de Avery ocorreram é extremamente reducionista.

No livro *Genética*, embora os experimentos de Avery não tenham sido tratados de forma detalhada, os autores lembraram que “Avery, MacLeod e McCarty publicaram o resultado de um conjunto de extensos e trabalhosos experimentos” (Gardner & Snus-

tad, 1986, p. 64). Há um panorama geral do contexto científico existente durante os trabalhos de transformação de pneumococos, principalmente àqueles referentes a Griffith – o que a nosso ver permite que os leitores desse livro reconheçam que a construção de um conhecimento científico não se dá de forma isolada ou pontual.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos que o artigo de Avery, MacLeod e McCarthy (1944) foi decorrente de estudos anteriores efetuados por eles, bem como por outros pesquisadores, entre os quais Griffith, Alloway e Dawson – que estavam inseridos num contexto de trabalhos sobre transformação bacteriana. As fontes secundárias por nós consultadas, que tratam da história da biologia molecular, reforçam a idéia de que há um hiato entre a publicação do artigo de 1944 e o reconhecimento da molécula de DNA como material genético. Porém, nenhuma delas discute profundamente as causas desse fato. Com relação aos livros-textos analisados, consideramos que em geral há uma abordagem histórica superficial do tema estudado, sendo que, alguns deles apresentam informações que não são consistentes com o artigo de Avery, por exemplo, Acot (2003) e Lenhinger (2002). Reforçamos a necessidade de novos estudos relacionados ao tema, baseados em fontes primárias e secundárias confiáveis – o que é principal objeto de uma pesquisa mais aprofundada que estamos desenvolvendo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOT, Pascal. A dupla revolução da dupla hélice. *Ciência & Ambiente* **26**: 7-26, 2003.
- ALLOWAY, J. Lionel. The transformation in vitro of R pneumococci into S forms of different specific types by the use of filtered pneumococcus extracts. *The Journal of Experimental Medicine* **55**: 91-99, 1932.
- . Further observations on the use of pneumococcus extracts in effecting transformation of type in vitro. *The Journal of Experimental Medicine* **57** (2): 265-278, 1933.
- AVERY, Oswald Theodore.; MACLEOD, Colin M.; MACCARTY, Maelyn. Studies on the chemical nature of the

- substance inducing transformation of pneumococcal types. Induction of transformation by a desoxyribonucleic acid fraction isolated from pneumococcus Type III. *The Journal of Experimental Medicine* **79**: 137-158, 1944.
- CHARGAFF, Erwin. Chemical specificity of nucleic acids and mechanism of their enzymatic degradation. *Experientia* **6**: 201-240, 1950.
- DAWSON, Martin H. The interconvertibility of R and S forms of pneumococcus. *The Journal of Experimental Medicine* **47** (4): 577-591, 1928.
- DAWSON, Martin H.; SIA, Richard H. P. In vitro transformation of pneumococcal types. I. A technique for inducing transformation of pneumococcal types in vitro. *The Journal of Experimental Medicine* **54**: 681-699, 1931.
- DEBUSK, Aron Gib. *Genética molecular*. Trad. José. T. do Amaral Gurgel e João Lúcio Azevedo. São Paulo: Universidade de São Paulo/Polígono, 1971.
- GARDNER, Eldon J.; SNUSTAD, D. Peter. *Genética*. Trad. Cláudia Nunes Duarte dos Santos *et. al.* 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.
- GRIFFITH, Frederick. The significance of pneumococcal types. *The Journal of Higiene* **64** (2): 129-165, 1966.
- HAUSMANN, Rudolf. *História da biologia molecular*. Trad. Celma E. Lynch de Araújo Hausmann. 2. ed. Ribeirão Preto: Fundação de Pesquisas Científicas de Ribeirão Preto, 2002.
- HERSKOWITZ, Irwin H. *Princípios básicos de genética molecular*. Trad. Eleneide R. de S. Nazareth e Joyce A. D. Andrade. São Paulo: Companhia Editora Nacional/Editora da USP, 1971.
- LENHINGER, Albert Lester. *Princípios de bioquímica*. Trad. Arnaldo Antônio Simões e Wilson Roberto Navega Lodi. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.
- STANSFIELD, William D. *Genética*. Trad. Temis R. Saiz Jarbado. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.
- THOMPSON, James S.; THOMPSON, Margaret W. *Genética médica*. Trad. Paulo Armando Motta. São Paulo: Atheneu, 1974.
- WATSON, James Dewey; BERRY, Andrew. *DNA: o segredo da vida*. Trad. Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

ZINDER, Norton D.; LEDERBERG, Joshua. Genetic exchange in Salmonella. *Journal of Bacteriology* **64**: 679-99, 1952.

Naturalizing as an error-type in Biology

Douglas Allchin *

Abstract: Biologists make mistakes – but they can also find them and remedy them. I survey a series of cases where idealizations and assumptions about normality have shaped common erroneous biological concepts: male and female; developmental abnormalities; competition in evolution; and laws of nature. Such scientific interpretations of nature can have profound social consequences. Identifying such recurring errors thematically, however, can guide analysis that improves the reliability of scientific claims. Here, I profile naturalizing as one such error type and map the prospective solutions.

Keywords: error types; naturalizing; male and female; developmental abnormalities; competition in evolution; laws of nature

Naturalizar como um tipo de erro em Biologia

Resumo: Biólogos cometem erros – mas eles também podem encontrá-los e consertá-los. Eu relato uma série de casos nos quais idealizações e pressuposições sobre normalidade conformaram conceitos biológicos comuns errados: macho e fêmea; anormalidades de desenvolvimento; competição na evolução; e leis da natureza. Tais interpretações científicas da natureza podem ter consequências sociais profundas. Identificar tais erros recorrentes tematicamente, contudo, pode guiar uma análise que melhore a confiabilidade das assertões científicas. Aqui eu traço um perfil do naturalizar como sendo um desses tipos de erro e mapeio soluções prospectivas.

Palavras-chave: tipos de erros; naturalizar; macho e fêmea; anomalias de desenvolvimento; competição na evolução; leis da natureza.

1 INTRODUCTION

What seems more natural than boy and girl, man and woman, male and female? That, indeed, I think is a problem. And I want to probe it, along with some other cases, to profile a thematic

* Program in History of Science and Technology, Pillsbury Hall, University of Minnesota, Minneapolis MN 55455, U.S.A.

Website: www.tc.umn.edu/allch001/papers. E-mail: allch001@umn.edu.

category of errors found especially in biology. By profiling and characterizing these errors – or this error-type – I hope to support more effective regulation of error in science. This contributes to a larger endeavor – Error Analytics – for improving scientific practice through more active, philosophically informed analysis of potential error. Understanding error types can foster greater awareness, discourse and education about methods for minimizing, alleviating or compensating for such errors.

My discussion roams broadly, addressing developmental anomalies, competition in nature and, at a more general level, laws of nature. I will begin, however, with the case of male and female.

2 MALE AND FEMALE

Conceptualizing sex as male and female seems straightforward (for all references, see Allchin, 2006a). In the standard version, females have two X-chromosomes, while males have an X and a Y. They have different gametes: one sessile, one mobile. Accordingly, it seems, male and female organisms have contrasting gonads, contrasting hormones, contrasting physiologies and contrasting secondary sex characteristics. Organs begin embryologically the same, but follow different developmental trajectories. One often hears about contrasting behaviors in evolutionary language: sperm are cheap and males are “promiscuous”; eggs are major investments and females are protective and cunning. The apparent alignment of different features through all levels of biological organization seems to confirm the two categories. An organism is either male or female. – And that is what textbooks present as biological “fact.”

Of course, informed biologists know better. For example, many fish change sex: wrasses, parrot fish and groupers. In the cleaner wrasse, a community typically has one male and many females, the male releasing a pheromone that inhibits male development. When the male dies, the largest female begins changing sex in a matter of hours. By contrast, in clown fish, males may become females. Some gobies change sex multiple times. Sexed anatomies and physiologies may change. Sex can be fluid. Some organisms cannot be identified as essentially male or female.

At least such fish are male *or* female at any one time, one might contend. Yet the sorting of male and female is not always neat and simple. Properties are not so consistently aligned as the textbook dichotomy seems to indicate. Consider the *guevedoces* of the Dominican Republic, investigated in 1974 (Imperato-McGinley, Guerrero, Gautier & Peterson, 1974). A homozygous genetic condition leads to an inactive form of 5-alpha reductase. Individuals cannot convert testosterone to dihydrotestosterone, and they develop initially as females. At puberty, however, the role of testosterone becomes primary. The testes descend and penises, facial hair and other male characteristics develop. Here, no gonads change. But sexual morphology does. This is a case of intersex, not uniformly male or female.

Many types of intersexes exist. Hormonal levels, ineffective hormone receptors or alternative developmental trajectories lead to various mosaics of sexual characters. As documented nicely by Alice Dreger, human bodies may exhibit sexual anatomies in almost any combination: external genitalia, gonad position, urinary plumbing, large breasts, facial hair, hair loss, invaginations and protuberances, ejaculates and menses, and vocal timbre. These traits do not correspond uniquely to either chromosomes *or* gonad type. In other mammal species, some such “mixed” patterns are actually typical. In spotted hyenas and bush babies, male and female both exhibit penises. Male fruit bats in Malaysia have milk-producing mammary glands (Roughgarden, 2004, pp. 28, 37-38). Intersexes illustrate that the concept of male and female, construed as an unambiguous dichotomy, is problematic.

Still, male and female may seem concepts fundamental to characterizing sexual reproduction: ultimately, the union of two gametes, sperm and egg, one mobile, the other not. Yet some organisms reproduce sexually without differentiated egg and sperm. The gametes share the same form. For example: in *Chlamydomonas* or in the sea lettuce *Ulva*. There is indeed sex, but *no* male, *no* female. Accordingly, one may prefer conceiving sex as fundamentally about recombination and methods for ensuring genetic variation. Here, male and females may be seen primarily as mating strains. But this leads to other problems. For example, Charles Darwin noted how some common garden flowers have different length styles and stamens. He saw this as a mechanism that promoted outcrossing.

Recombination is functionally ensured by heterostyly, not male and female. In one example, he noted three style lengths, akin to a trio of mating types. Consider also the mating system in two ant species, genus *Pogonomyrmex*. Independently of male and female, the ants have two distinct mating types. A queen that mates with a male of her own type produces more queens. To produce workers, she must mate with a male of the alternate type. Continuity of the colony requires both queens and workers, hence *both* matings. John Parker has argued that these ants thus have *four* sexes (Parker, 2004). Reproduction (assessed at the level of the colony) depends on *three* sexes—one female and *two* male. Polysexes and mating strains, too, challenge the notion of male-and-female as biologically needed, even for sexual recombination.

Sex conversions, intersexes, null sexes, mating types, and multiply morphed sexes: all challenge the concept of male-and-female. Of course, one may be tempted to dismiss these examples as *merely* exceptions. – Or rare, and *hence* insignificant. One can well imagine someone dismissing them as “unnatural”. But note the irony: one might characterize as unnatural something produced by nature. The very tendency to peripheralize the “exceptional” or rare is a cognitive bias, based on familiar experience. The concept of male and female is privileged as primary, even though nature exhibits diverse patterns. The assessment is further shaped, no doubt, by cultural conventions that organize society – marriage, division of labor, toys, military service, clothing, athletics, hygiene, etc. – according to strict categories of male *or* female. But biologically, nature does not universally sort organisms into just male or female, man or woman, boy or girl.

But this is not the extent of the error. Nor the substantive error. Biologists address the less common cases when the occasion arises. Rather, the further – and far more significant – error is that in broader cultural contexts the concept of male-and-female is presumed, ironically, to be *plainly* biological. The male/female dichotomy is regarded as clear and delineated *by nature* Adam & Eve. As noted earlier, male and female categories seem – well, “natural”. Intersexes, etc., are thus popularly viewed as improprieties, possibly “violations” of the natural order. They do not seem to raise awareness of nor disturb the assumptions behind the concepts. Male and female, not just gender roles, are deeply en-

trenched in culture through “textbook” biology. Male and female have been *naturalized*. That is, the concept shaped by bias has been inscribed in nature. Moreover, any hint of bias is eclipsed. The case of male and female illustrates nicely the problem of *naturalizing*, the error, or error-type, I am profiling here.

3 COMPETITION

Let me turn now to another case of naturalizing, where the biology has been culturally, if not scientifically, obscured: a view of nature as fundamentally competitive and selfish (for references, see Allchin, 2007a, 2007b). The view seems rooted in Darwinian concepts of evolution and natural selection, as expressed, for example, in the popular phrase “survival of the fittest”. Charles Darwin noted the great potential of organisms to reproduce and of a population to increase in size. Where resources were limited, however, there would inevitably be a “struggle for existence”, or competition. Only some variants – the most fit – would prevail, changing the heritable traits of the population over time. Natural selection and adaptation may thus seem to rely on competition as a selective force.

In this case, we can effectively trace a close relationship between biological and cultural thinking (Young, 1975; Ghiselin, 1969, pp. 48-49, 59-61; Browne, 1995, pp. 542-543). Victorian England exhibited widespread poverty and great disparities in wealth. Envision Charles Dickens’ London: poverty, slums, child labor and grim working conditions, all while others enjoyed a comfortable lifestyle. The social inequities were considered justified (by the franchised, at least) as a “natural” outcome of competition. Thomas Malthus had expressed that view earlier in his 1801 “Essay on Population”. He portrayed food as inevitably limited and social competition as unavoidable. When Darwin read that essay in 1838, it helped him crystallize his unfinished thoughts on natural selection. The same essay also prompted Alfred Wallace to discover the same principle. Both Darwin and Wallace transformed Malthus’s notion of a social “struggle for existence” into an organic context. Darwin, in particular, seemed deeply impressed by the “logic” of competition:

One may say there is a force like a hundred thousand wedges trying [to] force every kind of adapted structure into the gaps in the economy of nature, or rather forming gaps by thrusting out weaker ones. (*D Notebook*, pp. 134e-135e; echoed in Darwin, 1858, p. 48; Darwin, 1859, pp. 67, 110)

In closing the *Origin of species*, he rhapsodized:

From the war of nature, from famine and death, endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being, evolved. (Darwin, 1859, p. 490)

Darwin and Wallace drew on and recontextualized the competitive views of their culture.

The conspicuous cultural origins of the role of competition can guide us in analyzing it critically. Is competition essential to natural selection, as typically portrayed? No. While competition may surely lead to selection, not all selection need be based on competition. Radiation of forms in new adaptive zones, for example – so nicely exemplified by the Galápagos finches – results more from expansion into new niches than from competitive elimination. Likewise, the first organisms to venture onto land flourished more by escaping competition than by “winning” against it. Finding open niches, responding to opportunity and diversifying is a familiar evolutionary theme. Selection can result from differential proliferation, not just competition.

Other times, species seem to have adapted merely by surviving in extreme environments. Some variants were able to tolerate “stressful” habitats – low in water, nutrients, light or other vital resources, or at extreme temperatures, pH, etc. In yet other cases, in frequently disrupted environments, organisms adapt by “being ahead of the competition”. They reproduce and disperse again rapidly, rather than compete directly. Life strategies vary widely. At times, natural selection is surely propelled by competition for limited resources. Yet selection also occurs widely without it. Such alternatives, and their meaning for evolutionary processes, may be eclipsed by assumptions about competition.

The perception of selection as crudely selfish, and hence antagonistic among organisms, is also misleading. Many organisms

thrive through cooperation. Mutualisms abound. Pollination and seed dispersal symbioses are widely known, but perhaps too often remain in the shadows. Consider sea slugs: soft, slow and vulnerable, the epitome of non-competitiveness. Some host algae or chloroplasts in their digestive glands, surviving for months without food. In these cases, selection has amplified cooperative strategies. Mutualisms may be intraspecific, as well, exemplified in reciprocal altruism and other forms of sociality. Morality can evolve (Ridley, 1996, de Waal, 1996, Boehm, 1999). When one is open to analyzing the concept of competition in nature critically, its limited scope is readily apparent.

Once again, the problem is not exclusively among biologists, but even more in how biological “knowledge” (or what passes as biological knowledge) circulates among non-biologists. Early supporters of Darwin sometimes inappropriately resituated Darwin’s concept into a cultural context. Herbert Spencer and the American capitalists who historian Richard Hofstadter misleadingly called “Social Darwinists,” saw in natural selection a “natural” justification for social competition. Contemporary culture seems no different. “Survival of the fittest” rhetoric – or some surrogate about inherent competition – seems to permeate culture – from the World Cup to economic rhetoric, to American Idol and other “reality” television shows. The impression that Darwinism entails social competition is widespread, among both Darwinians and their critics, whether or not they endorse it as ideologically acceptable.

The problem was evident in Darwin’s own time – at least given certain perspectives. Socialist Frederick Engels commented on it, virtually defining the naturalizing error, in an 1875 letter:

The whole Darwinist teaching of the struggle for existence is simply a transference from society to living nature of Hobbes’s doctrine of *bellum omnium contra omnes* and of the bourgeois-economic doctrine of competition together with Malthus’s theory of population. When this conjurer’s trick had been performed... the same theories are transferred back again from organic nature into history and it is now claimed that their validity as eternal *laws* of human society has been proved. The puerility of this procedure is so obvi-

ous that not a word need be said about it (Engels, quoted in Lewontin, Rose & Kamin, 1984, p. 309).

It was not obvious, of course, to those embedded in a culture of competitive ideologies – and who already regarded competition as “normal”. The naturalizing error takes hold in cognitive blind-spots.

4 MONSTERS

Let us turn now to yet another case of naturalizing, where cultural concepts are rooted in biological error: developmental anomalies (for references, see Allchin, 2008a). Consider Petrus Gonsalus. Born in 1556 in a remote tribe on Tenerife, he was raised in the court of Henry II in France. As plainly visible here, he was exceptionally hairy. Today, we call his condition hypertrichosis universalis congenita, Ambras type. To his contemporaries he was simply a “monster,” an unusual body form, like giants, dwarves or conjoined twins. As his courtly robe indicates, he was also special. Gonsalus and other monsters at that time evoked a widely appreciated sense of wonder. Such puzzling cases also fueled a spirit of investigation and the emergence of modern science, as documented by Lorraine Daston and Katherine Park (Daston & Park, 2001).

For two centuries, monsters remained important cases for understanding nature’s patterns and for assessing theories of organismal development. Fontenelle, at the Paris Royal Academy of Sciences, expressed the view well in 1703:

One commonly regards monsters as jests of nature, but philosophers are quite persuaded that nature does not play, that she always inviolably follows the same rules, and that all her works are, so to speak, equally serious. There may be extraordinary ones among them, but not irregular ones; and it is even often the most extraordinary, which give the most opening to discover the general rules which comprehend all of them. (Daston & Park, 2001, pp. 204-205)

In the early 1800s, Etienne Geoffroy Saint-Hilaire continued the search for those general rules, as exhibited through a proposed “unity of composition”. “There is monstrosity”, he noted, “but

not, by virtue of that, suspension of ordinary laws”. Yet in classifying the various developmental variants, Geoffroy also tended to privilege an ideal type. “The normal state of humans may be considered like the abstract being, or generic being”, he wrote, “and their different pathological deviations, like the species of this ideal type” (Saint Hilaire, 1822, p. 106, 105, 15). Geoffroy supported Etienne Serres’ theory that monsters resulted from various forms of arrested development. “Normal” development had gone awry. Especially as formalized by Geoffroy’s son, Isidore Geoffroy Saint Hilaire, the study of monsters, or developmental anomalies, became a science: teratology. At the same time, however, monsters became pathological. The ironic cost of explaining their unusual form was to separate the abnormal from the abnormal.

The development of statistics during the same period further reinforced the concepts of normal and abnormal. Astronomers and geographers had realized that their remeasurements of the same stars or landmarks varied. The variation exhibited what we now commonly recognize as a statistical distribution. But the stars and land had obviously not moved. Some measurements must be “wrong”. The desired figure, or ideal, was surely the mean. They thus labeled the variation – today’s “bell curve” – as “the Law of Error”. Statists found the Law of Error in all kinds of social phenomena, as well. Those regularities became social laws. In the 1830s mathematician Adolphe Quetelet suggested that rather than discuss variable groups, one could just refer instead to the mean, or “average man” (*l’homme moyen*). Statistics thereby further privileged the average, or common, as expressing a law. Statistics seemed to justify a distinction between the “normal” and deviations from it.

With teratology and statistics, monsters changed in the 1800s from wonders, like Gonsalus, to pathological errors, or abnormalities. Consider the case of Joseph Merrick, also known as “the Elephant Man”. Merrick exhibited the Proteus syndrome, a genetic condition of excessive bone growth. As visible here, bulbous and pendulous folded tissue on one side was coupled with utterly familiar body forms on the other side. Merrick’s movements were uneven. He was a monster, too. But now he evoked disgust rather than wonder. Eventually, Merrick reached the care of physician Frederick Treves and was welcomed in London’s elite society. But

such protection was deliberate. Treves described how, earlier, “he had been ill-treated and reviled and bespattered with the mud of Disdain” (Howell & Ford, 1980, p. 189). Even under Treves’ care, he went hooded and cloaked when traveling in public to avoid incident. Merrick himself never stopped dreaming of being ordinary. Merrick’s unusual form did not evoke fascination, but alienation. He “violated” the norms of nature.

The transformation in response to monsters reflects a substantive error. Ordinary and extra-ordinary became “normal” and “abnormal”. Anomalies became “abnormalities”. Analyzing this shift is challenging because it seems steeped with cultural judgment and values, not facts alone. The term “monstrous” now implies impropriety, not merely unusualness. But to the extent that the normal/abnormal distinction is made and used scientifically, or viewed as objective and validated by science, the error is scientific. Yet the significant effect is surely cultural, reflected in how postures changed from Gonsalus to Merrick. It is the secondary cultural judgment, based on a presumed biological distinction that marks another case of naturalizing.

5 LAWS OF NATURE

The shifting attitudes towards monsters were subtle, but in the context of understanding naturalizing errors, also telling. The difference between anomaly and abnormality is basically the difference between pattern and expectation. Similarly, the error with male-and-female is primarily expecting intersexes, hermaphrodites and polysexes to fit the male/female categories because those categories are, or seem, pre-established. In our competitive culture, who is positioned to recognize competition as anything but an expected foundational principle? The errors, then, are ultimately not just about sex or development or natural selection. They are all about expecting nature to adhere to strict rules. That, in turn, is based on assuming a fundamental and enduring universal order. This expectation itself represents, I contend, yet another naturalizing error: the very concept of laws of nature.

Let me describe just two examples, where laws have been inappropriately idealized. Perhaps the most well known laws in biology are Mendel’s Laws. The first is the Law of Segregation: allele

pairs separate equally in gametes. Segregation seems grounded in the biology of meiosis. However, in the case of meiotic drive, division is systematically biased, and one chromosome becomes more highly represented in gametes. In other cases, segregator distorter alleles alter the ratio of gametes once formed. Contingent non-disjunction is also well documented. Segregation is not universal and hence not “law-like” in that sense. The second of Mendel’s Laws is Independent Assortment: alleles recombine independently. However, genes may be linked on the same chromosome – an exception noted even in introductory textbooks. Mendel’s laws have sometimes also included dominance. However, haplosufficiency is exhibited in less than half of human genes. Dominance, too, draws on an inappropriate assumption of either-or competition. Conceptually, dominance is problematic, at best (Allchin, 2005). Exceptions to Mendel’s “Laws” are well known to geneticists and other biologists, of course. Yet they continue to be labeled as laws, when they plainly are not. Construing them as inherent natural tendencies, always to be expected, is mistaken. But in textbooks, etc., the lawlike status is preserved and with it, the view of nature as fundamentally lawlike.

Perhaps the second most celebrated biological principle once considered universal and inviolable is the Central Dogma. In 1958 Francis Crick proposed it as a theoretical guidepost: “Once information had passed into protein it cannot get out again.” Crick’s “central dogma” became expressed in James Watson’s 1965 book, *Molecular biology of the gene*, as:



The formula gained widespread currency as expressing a family of truths beyond doubt. First, cellular functions of information and catalysis (inheritance and metabolism) were differentiated into distinct molecular types. Second, only DNA could self-replicate. Third, information flowed irreversibly from DNA through RNA to protein. All three principles later yielded to exceptions, each recognized by a Nobel prize, a measure perhaps of the depth of the errors. Awards honored the discovery of reverse transcriptase (1975) – where RNA produces DNA; ribozymes (1989) – where RNA can fold on itself and catalyze certain reactions; and prions

(1997) – where proteins can “reproduce”, or at least provide the “information” to transform similar proteins into new, disease causing agents. The 2006 prize announcement implied that RNA interference, too, violated the central dogma – by interrupting the “normal” transfer of information from RNA to protein. All these discoveries indicate that belief in the “dogma” of the Central Dogma was misplaced (Allchin, 2008b). There was too much faith, perhaps, that life at a molecular level would be lawlike and that familiar patterns could thus be construed as universal.

Recently, historians have profiled the cultural and religious context that guided the origin of the modern/Western concept of laws of nature (Steinle, 2002). Here, I want only to draw attention to how powerful a hold the concept of laws of nature has on our minds. The very language is highly charged. In human society, laws specify what we *ought* to do. They ensure social order. We tend to interpret laws of nature in the same way, as guaranteeing the natural order. Laws of nature profile how nature *should* act. Once established, *descriptive* laws take on a *prescriptive* character. Pattern becomes expectation. This is how local regularities, or the familiar, or the “normal,” become *naturalized*.

6 NATURALIZING AS AN ERROR-TYPE

The ultimate consequences of naturalizing may be discernible now, after several examples, even without much explicit comment. The errors can bias research, of course. But more important, the cognitive prejudices and idealizations subsequently appear culturally as inherent or privileged phenomena of the natural world. Further, those interpretations are construed as facts, ratified by science. But there is no justification. Only a cascade of biased expectations.

The potential cultural consequences are profound. The scientific errors allow mere prejudices to guide ethical and political judgments. So, for example, intersex conditions are not typically valued today as extraordinary, as they once were. Rather, people view them as not fitting nature’s categories. They thus work towards “correcting” them with surgery or hormonal therapy. Yet the “problem” is not inherently in the condition. Surgery is not a solution. Rather, the problem is the assessment of abnormality

itself – and the assumption that it is established scientifically. Likewise, the role of competition in society escapes scrutiny because it is construed as an inevitable law of nature – or “law of the jungle”, perhaps. Yet social competition has political overtones. It disempowers those with fewer resources or those who do not enter society with an already privileged status. Social inequities can thus be perpetuated in part due to an erroneous biological perspective. –Similarly for other cases of naturalizing. Any medical *disorder* – whether developmental, physiological or psychological – idealizes the biology and makes an assumption about “normal” humans: the unstated “order” behind every “dis-order”. The rare, the exceptional, or the unfamiliar accordingly reflect unsanctioned disorganization or chaos. Dis-order implicitly implies abandoning order. In general, naturalizing tends to support a view that the way we find things is the way things must be – whether one approves or not. Naturalizing preserves the status quo and homogeneity – the familiar, or frequent, on which the error is based. While scientists can manage errors in the long term, the cultural costs of ill-justified judgments and actions in the short-term are quite real – as are any lingering misconceptions.

While the naturalizing error is a problem, we need not bemoan the inadequacy of science, nor to discredit its ability to secure evidence and interpret it reliably. Rather, if there is a problem, we need to fix it. We need to analyze the error as a first step in being able to remedy it. First, we can characterize thematic similarities in the cases above and then seek appropriate epistemic strategies to address them. This approach is part of a broader effort to analyze error in science and, in particular, to identify characteristic error types. Let me elaborate on this general program.

Researchers frequently talk about “sources of error” in their apparatus or experimental design. The aim is to root out or reduce untrustworthy elements, whether they be theoretical assumptions, malfunctioning instruments, methodological uncertainties, or confounding environmental variables, etc. The program of Error Analytics shares this goal, but vastly expands the scope of the possible sources of error. Errors may also be theoretical or social, for example.

Error Analytics is not unlike lack-of-function studies in biology. It is a classic research strategy (Bechtel & Richardson, 1992).

So, for example, vitamins were discovered through vitamin deficiency diseases, such as scurvy and beriberi; the role of insulin became understood through diabetes. Similarly, errors in science, as deficits and “failures”, reveal indirectly the process of ascertaining fact. Each error, once characterized, indicates a method critical to effective science. Analyzing error thereby can contribute to a deeper, more informed philosophy of science.

One can certainly catalog individual errors. But a more powerful analysis finds informative patterns across a number of cases. Deborah Mayo has called these *canonical errors* (Mayo, 1996, 18, 51 n. 17, 150, 453-54). She includes as examples: mistaking chance effects or spurious correlations for genuine regularities, missing a causal factor or using a faulty experimental assumption. In an earlier work I extended this list, arranging errors on a spectrum from those relatively local to direct observations to those relatively derived conceptually and more global in their synthesis of data (Figure 1)(Allchin 2001). This framework of error types provides a scheme for situating and thinking about the suite of naturalizing errors discussed above – which can now be characterized as a significant *error-type*.

So: where do naturalizing errors arise? The deep cultural problems may foster an impression that these errors originate culturally also. Indeed, philosophers generally tend to attribute naturalizing errors to faulty applications of science, not to science itself. They might cite, for example, G.E. Moore’s sharp criticisms of how Herbert Spencer based his ideology on his view of evolution as progressive and competitive. Spencer’s claims prompted Moore to articulate the Naturalistic Fallacy, the unwarranted derivation of values from nature. This is now a familiar error – in ethics. But the Naturalizing Error, I contend, is different. It is an error in science, not ethics or culture. It is not about extracting values from nature, but rather about inscribing biases into nature where they masquerade as inviolable facts. Many nowadays – echoing Thomas Huxley in Darwin’s time – disavow Spencer’s ideology, while still believing that competition in nature and human society is inevitable (Brem, Ranney & Schindel, 2003). They escape the Naturalistic Fallacy, but succumb to the naturalizing error. That was Spencer’s real error, I claim. When someone believes that competition is essential to adaptation or organic “progress”, as

Spencer did, they are interpreting nature itself, not culture. The error is fundamentally scientific.

So, too, for other cases of naturalizing. The error is not in adding a layer of value or disvalue or further interpretation to descriptions of sex or development or recurring patterns. Rather, the error is implicit in how the very categories are framed. They become natural, outside human interpretation and thus beyond the realm of interpretation or justification (see Latour, 1987).

How, then, do naturalizing errors arise? Quite easily. Naturalizing reflects a common cognitive bias: the availability error – that is, giving more significance (or salience) to familiar, or readily available, experiences (Sunderland, 1992, pp. 15-35). That would include foremost one's personal experiences and one's cultural exposure. Living in a culture shaped by explicit competition, or with sharp sexual division of labor, tends to shape ideas consonant with those lived realities.

However, in the cases described here, frequency also matters. Even when scientists are aware of exceptions, the most common or most frequent – the “normal” – may be deemed especially relevant or significant. Frequency may notably contribute to salience. Further, statistical and probabilistic perspectives seem to reinforce (if not precipitate) this style of thinking. What is normal (most common) becomes interpreted as “normal” (sufficiently characteristic of all cases, representative of the whole). Rare cases, however well known, are thus discounted or dismissed. One need not contend conceptually with polysexes, conjoined twins or “dominant negative” alleles. The path to homogeneity begins.

The conceptual slurring is further promoted, I contend, by the concept of laws of nature. Laws of nature, as noted earlier, mark the difference between pattern and expectation, or between observed regularity and fundamental, inviolable order. What is “normal” (experientially or statistically) becomes “natural,” or ordained by inherent tendencies of the world. Laws involve idealization. Idealizations may be fruitful to investigation, of course, so long as the idealization does not eclipse the concrete realities – just the case in naturalizing. Shifting from Mendelian models to “laws,” or framing common development as an ideal paradigm (to the exclusion of monsters), or male and female as the universal standard (eclipsing intersexes, etc.) transfers any latent bias from

the realm of contingent cognitive (human) interpretation to the fabric of nature, where analysis of justification is no longer a concern.

The availability error, statistical perspectives and lawlike conceptualization all reinforce one another in generating naturalizing errors. They foster similar conceptual elisions, whether from convenient example to generalization, sample to universal conclusion, or pattern to idealized law. Familiar (but contingent) phenomena thereby become misleading emblems of essentialized Nature. Moreover, statistical and lawlike thinking, ironically, seem to naturalize the cognitive bias itself, and thus tend to conceal its role. Biased naturalized concepts emerge with the imprimatur of science.

There is more to naturalizing errors, however. While they originate with scientists, their importance lies primarily beyond scientific discourse. Concepts radiate from the well informed, who may be aware of any exceptions and limitations, to the larger culture, where scientific “laws” and concepts are rendered absolute. Here, one needs to attend to the demography of knowledge. The question is not just what is known, but also who knows it – or what is known by different persons in different positions (Goldman, 1999). The error-type distinctively crosses epistemic zones. One must thus additionally consider how *what counts* as biological knowledge is established *in cultural contexts* (Toumey, etc.). In this case, the naturalizing error involves inscribing bias into nature *and* legitimizing those scientific views (culturally) as inviolable facts of nature.

Here, again, the role of laws of nature as a concept seems especially significant. Scientifically, naturalized laws may merely blinker investigative opportunities. Culturally, the belief in laws of nature gives scientific concepts their caché and places them beyond the need for analysis. That is deeper than just inherent trust in science as a reliable enterprise. “You can’t change the laws of nature” means that those scientific concepts, once established, reflect invariable, exceptionless features of the world. That is much stronger than interpretations of models or syndromes. Scientists, of course, often nurture this view. Many believe that science should be simplified or truncated for non-scientists to understand it. Laws are presented without their qualifications (their

boundary conditions, their *ceteris paribus* clauses, etc.); concepts, without their exceptions or complexities. The cost of such simplification, however, may be the habituated belief that nature itself is indeed simple. Thus, no one thinks to question such simple concepts as male-and-female, normal development or a single cause for natural selection.

In summary, naturalizing as an error-type is a conceptual error, a form of unchecked cognitive bias amplifying the familiar (whether culturally standard or observationally frequent). But the error is compounded, as many errors are, by being passed “downstream” – again, unchecked – through longer communication networks into cultural settings (Latour, 1987), nurtured by belief in natural order and simple laws of nature.

7 EPISTEMIC STRATEGIES

How, then, are naturalizing errors found and fixed? As a cognitive bias, naturalizing is best regulated by alternative or “critical” perspectives. Ideally, those might arise with imagination and active self-criticism. A full taxonomy of error-types might well serve as a template or guide. But cognitive bias is a problem largely because it tends to escape such checks. We may be reminded that, historically, sexism and racism receded in scientific discourse only when women and different ethnic groups became more fully represented in the scientific community (Fee, 1979; Barkan, 1992). Epistemically, diversity of participants fosters diversity of perspective (in particular ways), which optimally leads to fruitful critical discourse about the evidence or its completeness – social epistemic methods nicely articulated by Helen Longino (1990) and Miriam Solomon (2001), among others. Ultimately, the naturalizing error is prospectively regulated by diversity in a scientific community, diverse especially with regards to the concepts being developed, and where “dissenting” standpoints are also acknowledged and engaged responsibly. For example, discourse on male and female should include at least some intersex individuals – and such interchange has occurred recently with clinical health professionals. Evolutionary biologists should at least heed the contributions of socialists or anarchists, such as Petr Kropotkin, frequently dismissed as renegades or crackpots. Medical concepts may profit

from critique by patients with “disorders”; academic biology may profit, ironically, from the perspective of non-intellectuals; etc. The naturalizing error illustrates well to philosophers and sociologists the importance of thinking through social epistemology more fully.

To be complete, however, a remedy for naturalizing errors also needs to address the central and pervasive role of the concept of laws of nature. Is this a concept to be remedied at all?, some may surely ask. If it is an error, it is certainly rooted very deeply. Still – setting aside debates about the frequency or special place of laws in biology (Beatty, Rosenberg, Dupre, etc.) – we can consider the concept of laws across *all* the scientific disciplines as its own, possibly gendered, cultural bias (Allchin 2006b, 2007c). Indeed, historians and philosophers of science have already begun to sketch the alternative. Focusing on experiment and scientific practice, they emphasize the role of models and experimental paradigms instead of universal theories, and analogical reasoning rather than hierarchical deductive logic (Kuhn, 1970; Giere, 1999; Wimsatt, 2006). Eventually, we may come to abandon such icons as Boyle’s law, and discuss instead the behavior of air in Boyle’s J-tube, with its contingent relevance to other similar apparatus. Mendel’s Laws may gracefully yield to an equally informative, but more carefully circumscribed Mendelian model. The Central Dogma can become an instructive historical artifact, exposing the possible scope of error from widely adopted assumptions. Overhauling the concept of laws of nature may require a dramatically revised worldview, as re-envisioned, for example, by Nancy Cartwright (Cartwright, 1999). In this context, historians and philosophers of science (especially of biology) have an important role in profiling the methodological norms that foster naturalizing errors.

Having sketched strategies for regulating naturalizing errors as an error-type, we may return to the more concrete question of realizing such prospective solutions in practice. Situating naturalizing errors in the spectrum of error types helps underscore the role of professional biologists as producers and stewards of public knowledge. Errors in science flow “downstream” into cultural contexts, where the errors persist and their consequences unfold, sometimes quite dramatically. Within biology proper, naturalizing errors may seem relatively insignificant. Exceptions and qualifica-

tions may be well known in the fields where they are relevant. – And any remaining error seems easily subject to further research in due time. Yet the problem of naturalizing is hybrid: it is the downstream cultural effects that matter most. There, the harm from misinformation cannot afford the luxury of academic forbearance. Naturalizing is a scientific error, and scientists are responsible for addressing it, especially in communicating science to the public. Of course, biologists can become better informed about the potential for naturalizing errors by historians, philosophers and sociologists of biology.

Finally, perhaps the most important locus for addressing naturalizing errors is in the science classroom. There, students learn the view of nature apparently sanctioned by science, with all its aura of authority. Textbooks are not just tools for understanding concepts. They become an official “voice” of the nature of science. Textbooks writers, often scientists themselves, need to be especially aware of the cultural dimensions of what they present. In biology, exceptions ironically need to be the “norm”. Students need to learn about intersexes, polysexes, developmental variation, genetic diversity, non-competitive evolution and, throughout, the nature of scientific models and methods, their virtues and limits. Fortunately for teachers, perhaps, all the complexities and exceptions in biology fascinate and engage students. Ideally, they also learn about cases of historical error in science, as a cautionary lesson about how science actually works in practice. Here again, historians and philosophers of biology have a special role. They can educate educators. Ideally, history and philosophy of science and science education are close allies. It is certainly a tribute to Brazil that its science education standards so prominently include history and nature of science, and that collaborations between HPS and education thrives. Brazil may well be leading the way in the science education of the future.

My ultimate hope, then, is that through education and awareness, boy and girl, man and woman, male and female, and other culturally biased concepts of nature will seem a little less “natural”. Through HPS collaborations with biologists and biology educators alike, we will be more effectively equipped to address, and thereby minimize, naturalizing as an error-type in biology.

- . A more fitting analogy. *American Biology Teacher* **69**: 174-176, 2007 (b).
- . Teaching science lawlessly. Pp. 13-31, in: *Proceedings, 6th International Conference for the History of Science in Science Education: Constructing Scientific Understanding through Contextual Teaching (Oldenburg, Germany)*, 2007 (c). Available at: <<http://www.tc.umn.edu/~allch001/papers/lawless.htm>>.
- . Monsters and the tyranny of normality. *American Biology Teacher* **70**: 117-119, 2008 (a).
- . [Forthcoming]. Nobel ideals and noble errors. *American Biology Teacher* **70** (Nov.): 2008 (b). Available at: <<http://www.tc.umn.edu/~allch001/papers/nobelists.pdf>>.
- BARKAN, Elazar. *The retreat of scientific racism*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1992.
- BECHTEL, William; RICHARDSON, Robert C. *Discovering complexity*. Princeton: Princeton University Press, 1992.
- BOEHM, Christopher. *Hierarchy in the forest: The evolution of egalitarian behavior*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999.
- BREM, Sarah K.; RANNEY, Michael; SCHINDEL, Jennifer. Perceived consequences of evolution: College students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. *Science Education* **87**: 181-206, 2003.
- BROWNE, Janet. *Charles Darwin: voyaging*. Princeton: Princeton University Press, 1995.
- CARTWRIGHT, Nancy. *The dappled world*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999.
- DARWIN, Charles Robert. On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. Zoology* **3**: 46-53, 1858.
- DARWIN, Charles. *On the origin of species*. London: John Murray, 1859.
- DASTON, Lorraine; PARK, Katherine. *Wonders and the order of nature*. New York: Zone Books, 2001.
- de WAAL, Frans. *Good natured: the origin of right and wrong among humans and other primates*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.
- FEE, Elizabeth. Nineteenth-century craniology: the study of the female skull. *Bulletin of the History of Medicine* **53**: 415-433, 1979.

- GHISELIN, Michael T. *The triumph of the Darwinian method*. Chicago: University of Chicago Press, 1969.
- GIERE, Ronald N. *Science without laws*. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- GOLDMAN, Alvin I. *Knowledge in a social world*. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- HOWELL, Michael; FORD, Peter. *The true history of the elephant man*. Harmondsworth: Penguin, 1980.
- IMPERATO-McGINLEY, Julianne; GUERRERO, Luis; GAUTIER, Teofilo; PETERSON, Ralph E. Steroid 5alpha-reductase deficiency in man: an inherited form of male pseudohermaphroditism. *Science* **186**: 1213-1215, 1974.
- KUHN, Thomas S. *The structure of scientific revolutions*. 2d. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970.
- LATOUR, Bruno. *Science in action*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.
- LEWONTIN, Richard C; ROSE, Steven P. R.; KAMIN, Leon J. *Not in our genes*. New York: Pantheon Books, 1984.
- LONGINO, Helen. *Science as social knowledge*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- MAYO, Deborah. *Error and the growth of experimental knowledge*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- PARKER, John D. A major evolutionary transition to more than two sexes? *Trends in Ecology and Evolution* **19**: 83-86, 2004.
- RIDLEY, Matt. *The origins of virtue*. New York: Penguin Books, 1996.
- ROUGHGARDEN, Joan. *Evolution's rainbow: diversity, gender, and sexuality in nature and people*. Berkeley: University of California Press, 2004.
- SAINT-HILAIRE, Étienne Geoffroy. *Philosophie anatomique. II. Monstrosités humaines* [1822]. Brussels: Culture et Civilisation, 1968.
- SOLOMON, Miriam. *Social empiricism*. Cambridge, MA: MIT Press, 2001.
- STEINLE, Friedrich. Negotiating experiment, reason and theology: The concept of laws of nature in the early Royal Society. Pp. 197-212, in: Detel, Wolfgang; Zittel, Klaus (eds.). *Ideals and cultures of knowledge in early modern Europe*. Berlin: Akademie Verlag, 2002.

- STEPAN, Nancy Leys. *The idea of race in science*. London: Macmillan, 1982.
- SUNDERLAND, S. *Irrationality*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1992.
- WIMSATT, William C. *Re-engineering philosophy for limited beings*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2006.
- YOUNG, Robert M. *Darwin's metaphor: nature's place in Victorian culture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1975.

A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores¹

Fernanda Aparecida Meglhioratti *
Mariana A. Bologna Soares de Andrade #
Fernanda da Rocha Brando §
Ana Maria de Andrade Caldeira ¶

Resumo: A visão da biologia como uma ciência integrada pode ser compreendida e organizada por meio de sistemas hierárquicos de complexidade. O estabelecimento de três níveis hierárquicos de organização do conhecimento biológico [ecológico (ambiente externo) [orgânico (organismo) [genético-molecular (ambiente interno)]]], tendo o organismo como ponto focal ancorando as relações entre ambiente externo e interno foi a base das discussões em um grupo de estudo e pesquisa em Epistemologia da Biologia com graduandos de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Neste trabalho mostramos as mudanças na forma como esses pesquisadores em formação estabelecem relações entre esses três níveis. Os dados indicam que a estruturação do grupo a partir de uma abordagem hierárquica permitiu o estabelecimento de relações mais complexas e uma

¹ Projeto financiado pelo CNPq.

* Docente da Universidade Estadual do Oeste de Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. E-mail: fglio@unesp.br

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Bolsista CAPES. E-mail: maria-na.bologna@gmail.com

§ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Bolsista FAPESP. E-mail: frochabrand@fc.unesp.br

¶ Orientadora e Docente do Departamento de Educação. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. E-mail: anacaldeira@fc.unesp.br

integração maior entre os conteúdos de biologia pelos graduandos participantes do grupo.

Palavras-chave: sistemas hierárquicos; ensino de Biologia; formação de pesquisadores.

The understanding of biological systems from a hierarchical approach: contributions to researchers' education

Abstract: Hierarchical systems of complexity may organize and make biology to be understood as an integrated science. The establishment of three levels of hierarchical organization of biological knowledge [environmental (external environment) [organic (the organism) [genetic-molecular (internal environment)]]], taking the organism as a focal level anchoring relations between internal and external environment was the basis for discussions on a group of study and research in epistemology of biology with students and teachers from a Bachelor of Biological Sciences Course. In this study we present the changes in the way these researchers in training established relations between these three levels. The data indicate that the structuring of the group from a hierarchical approach enabled the establishment of relations more complex and a greater integration between the content of the biology students participating in the group.

Keywords: hierarchical systems; biology teaching; researchers' education

1 INTRODUÇÃO

Os estudos em biologia preocupam-se com uma ampla gama de fenômenos, distribuídos desde os níveis molecular e celular até os níveis das populações, dos ecossistemas e da biosfera. Os fenômenos biológicos são complexos e integrados, no entanto, estudos indicam que o conhecimento biológico tem sido trabalhado de forma fragmentada e reducionista, sendo que conceitos fundamentais, como o de ser vivo, que caracteriza o próprio objeto de estudo do conhecimento biológico, têm ocupado um papel marginal na Biologia (Feltz, 1995; Emmeche & El-Hani, 2000; Ruiz-Mirazo *et al.*, 2000; Gutmann & Neumann-Held, 2000; El-Hani, 2002b).

Nesse sentido, uma abordagem hierárquica da Biologia que tivesse o organismo vivo como ponto focal de interesse poderia facilitar o entendimento da unidade do conhecimento biológico e a proposição de estratégias de ensino e aprendizagem que favoreçam a construção de uma visão integrada dos fenômenos biológicos. De acordo com James A. MacMahon *et al.*, uma concepção organizacional através de níveis hierárquicos pode contribuir para

a compreensão biológica tanto de estudantes quanto de pesquisadores (MacMahon *et al.*, 1978).

A importância da representação hierárquica é comum tanto na Biologia teórica (Ruiz-Mirazo *et al.*, 2000) quanto no Ensino de Biologia (El-Hani, 2002a). Entretanto, Charbel Niño El-Hani considera que apesar do conceito de níveis de organização ser empregado no Ensino de Biologia, as conseqüências da utilização desse conceito para a formação e prática científica dos biólogos não foram suficientemente exploradas (El-Hani, 2002a, p. 2). El-Hani (2002a) considera que o sistema triádico básico apresentado por Stanley Salthe (1985) propicia uma unidade epistemológica/metodológica adequada para a pesquisa biológica e para o Ensino de Biologia (El-Hani, 2002a).

Considerando a importância da representação hierárquica para o Ensino de Biologia, objetiva-se: (1) discutir aspectos da representação hierárquica da natureza e sua associação com a idéia de emergência de novas propriedades; (2) descrever uma estrutura hierárquica do conhecimento biológico proposta com base no sistema triádico básico de Salthe (1985; 2001), tendo o organismo como nível focal; (3) evidenciar como a estrutura hierárquica proposta serviu para estruturar um grupo de “Pesquisas em Epistemologia da Biologia”; (4) analisar se a organização hierárquica proposta facilita a mobilização de conceitos de diferentes níveis de organização biológica pelos graduandos participantes do grupo de pesquisa.

2 A REPRESENTAÇÃO HIERÁRQUICA DA NATUREZA

Associada a idéia de uma representação hierárquica do mundo está a noção de que é possível distinguir diferentes níveis de organização na natureza. Esses níveis de organização estão relacionados à percepção de que a natureza não é um todo homogêneo, mas que é formada por entidades que se distinguem uma das outras e que podem ser constituídas por unidades menores. Em outras palavras, as entidades da natureza podem ser consideradas sistemas constituídos por unidades menores que se combinam para formar um todo. Portanto, para compreendermos uma repre-

sentação hierárquica da natureza é necessário apresentar uma concepção do que é um *sistema*.

Para Cliff Joslyn existem duas formas de definir sistema: a *padrão* ou *estrutural* e a *construtivista* (Joslyn, 2000). Na abordagem estrutural, um sistema é definido pela interação de múltiplas entidades (chamadas de partes), formando uma nova entidade (todo) com novas propriedades em um nível hierárquico distinto daquelas partes. Os limites dos sistemas aparecem pela estabilidade e coesão de certas vias de interação entre as partes. Portanto, existe na abordagem estrutural uma tentativa de compreender aquilo que as coisas são e como se organizam. Por outro lado, na abordagem construtivista, um sistema é definido como a distinção de uma região singular do espaço. Enfatiza-se a percepção e a significância da distinção realizada por um sujeito (Joslyn, 2000, p. 68). Fundamentando a visão construtivista, está a percepção que o ser humano não tem acesso direto aos fenômenos e fatos da natureza, mas que todo conhecimento se constitui numa representação do mundo e em um modo de interpretá-lo através da cognição e da linguagem. Dessa forma, o enfoque construtivista se baseia em como o conhecimento humano delimita e classifica as coisas. Conseqüentemente, a barreira que delimita o sistema é imposta pela percepção humana. Nessa perspectiva, os sistemas não são compostos de coisas, mas são definidos nas coisas.

Joslyn destaca a importância de um movimento de síntese entre essas duas visões (Joslyn, 2000). Portanto, mesmo que todo conhecimento seja uma representação busca-se compreender logicamente aquilo que as coisas são, tendo assim uma dimensão ontológica e outra epistemológica na definição de sistema. Um ponto comum nessas duas abordagens sobre sistema é a necessidade de estabelecer os limites dos sistemas, ou seja, em distinguir o sistema de seu ambiente, definindo entidades na natureza.

Para estabelecer uma estrutura hierárquica como uma ferramenta epistemológica/metodológica adequada, Salthe estabelece alguns pontos relativos à delimitação de sistemas ou identificação de entidades (Salthe, 1985). O primeiro ponto é que o limite do sistema (estabelecimento da entidade) é observado em relação a um período de *tempo* limitado. Salthe destaca que ao considerarmos um período ilimitado de tempo, acabaríamos por conectar todos subsistemas possíveis no universo via interações indiretas e

diretas até que tudo se tornaria mutuamente conectado, formando-se um único sistema (Salthe, 1985, p. 23). O segundo ponto ressaltado é a *escala*, as entidades são heterogêneas em relação ao tamanho, uma coisa só pode ser uma entidade se é percebida como maior ou menor em relação à outra. O terceiro aspecto é a *integração* do sistema, no qual se poderia considerar uma entidade como um sistema cibernético bem integrado, no qual a coesão seria mantida por redes de informação e relações recursivas. O quarto ponto é que a observação de duas ou mais partes de uma determinada entidade ao longo do tempo, mostraria que essas partes têm interações mútuas em qualquer dado tempo, isto é elas são co-variantes.

Para o estudo de um determinado sistema, uma estrutura hierárquica de representação da natureza tem se mostrado uma importante ferramenta (O'Neill, 1988; MacMahon *et al.*, 1978). Assim, o primeiro ponto para a utilização dessa ferramenta é o estabelecimento do sistema de interesse, que se encontraria no nível focal de análise (O'Neill, 1988; Salthe, 1985; Salthe, 2001). A partir da determinação do nível de interesse, é possível reconhecer outros dois níveis, um nível superior que restringe o sistema de interesse e um nível inferior que gera as condições apresentadas no sistema.

De acordo com essa perspectiva, de que é importante o reconhecimento de três níveis básicos, foi adotado como fundamentação nesse artigo o sistema triádico básico proposto por Salthe (1985; 2001). A partir de uma perspectiva externalista (isto é, do ponto de vista de um observador externo ao sistema), Salthe propõe uma teoria hierárquica escalar (Salthe, 1985; Salthe, 2001). Neste tipo de hierarquia é necessário estipular um nível focal, no qual ocorre o fenômeno de interesse, bem como os níveis superiores e inferiores, compondo um sistema triádico básico. As propriedades de nível superior promovem condições limitantes para o nível inferior, enquanto propriedades de nível inferior geram características apresentadas no nível superior. O nível focal ancora as relações entre os outros dois níveis. A hierarquia escalar é formada por partes encaixadas em todos, podendo ser representada por [nível superior [nível focal [nível inferior]]], descrevendo um momento singular no espaço.

A definição dos níveis de uma hierarquia está relacionada aos problemas que se colocam em determinadas áreas de pesquisa ou de ensino. Conforme Robert V. O'Neill é possível estabelecer diferentes hierarquias dirigidas a enfrentar determinados problemas de uma área (O'Neill, 1988). Portanto, a representação hierárquica se constitui, a partir de uma abordagem pragmática, uma ferramenta epistemológica para organizar e representar o mundo de acordo com determinados objetivos.

3 ESTRUTURALISMO HIERÁRQUICO E EMERGÊNCIA DE PROPRIEDADES

Reconhecer a existência de níveis distintos de organização, no qual um sistema engloba outros sistemas, implica também em reconhecer a emergência de propriedades em níveis específicos de complexidade. Assim, a discussão sobre emergência de propriedades ao nível sistêmico a partir da interação entre inúmeras partes está associada a uma descrição hierárquica da natureza (Odum, 1988; Korn, 2005; Collier & Muller, 1998).

Eugene P. Odum destaca que numa hierarquia escalar da natureza “à medida que os componentes ou subconjuntos combinam-se para produzir sistemas funcionais maiores, emergem novas propriedades que não estavam presentes no nível inferior” (Odum, 1988, p. 3). Para MacMahon *et al.*, em cada nível de complexidade aparecem algumas propriedades emergentes, no entanto, as estruturas e funções de um determinado nível não são explicadas apenas pelas propriedades emergentes, ou seja, na interpretação de um sistema devem-se considerar além das propriedades sistêmicas os níveis inferiores e superiores que interagem com ele (MacMahon *et al.*, 1978).

O conceito de emergência é aplicado para designar o aparecimento de novidades que não são dedutíveis nem das propriedades isoladas das partes do sistema, nem do comportamento que os componentes do sistema mostram quando em um sistema mais simples (Mayr, 1998; Jones, 2002; Johnson, 2006; Boogerd *et al.*, 2005). Como apontado por Mayr:

Os sistemas quase sempre têm a peculiaridade de que as características do todo, por mais completo que seja, não podem (nem mesmo em teoria) ser deduzidas do conhecimento das partes,

consideradas em separado ou em outras combinações parciais. Este aparecimento de características novas nos conjuntos foi designado *emergência*. (Mayr, 1998, p. 83)

No entanto, a discussão sobre a emergência, segundo El-Hani e João Queiroz (2005), coloca dois problemas. O primeiro é: se todos os eventos de nível superior são realizados por eventos, estados e propriedades físicas de nível inferior, como podem surgir novidades genuínas? Os autores consideram que uma propriedade emergente pode ser considerada irreduzível (uma novidade genuína) em termos de não-dedutibilidade do comportamento das partes em sistemas mais complexos através do conhecimento do comportamento dessas mesmas partes em sistemas mais simples. Portanto, não é possível deduzir o comportamento de uma propriedade sistêmica, antes de seu primeiro aparecimento, pelo conhecimento de sistemas mais simples.

O segundo problema diz respeito ao modo como o todo modifica suas partes componentes e como esta modificação resulta na emergência de novas propriedades, isto é, o problema da causalidade descendente. El-Hani e Emmeche propõem que a forma ou estrutura do sistema restringe o comportamento de suas partes através do modo que os componentes de nível superior selecionam entre os conjuntos de estados que poderiam ser realizados pelo nível inferior (El-Hani & Emmeche, 2000). Portanto, os elementos que compõem determinado sistema assumem um comportamento específico devido à seleção dos comportamentos possíveis dentro da estrutura global do sistema em que estão inseridos. Da mesma forma, Robert Korn entende que os componentes de um sistema têm suas liberdades limitadas pela dinâmica global do sistema do qual fazem parte (Korn, 2005).

O aparecimento de determinadas propriedades emergentes em um determinado nível de organização é dependente, portanto, tanto do nível inferior (que gera as propriedades) quanto do nível superior que restringe as possibilidades de surgimento dessas propriedades. Pensando numa relação triádica dinâmica, quando consideramos o fator tempo, percebe-se um movimento recíproco de interação e dependência entre os níveis.

4 O SISTEMA TRIÁDICO BÁSICO NA ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO BIOLÓGICO

Considerando que uma abordagem hierárquica pode facilitar a organização e integração do conhecimento biológico, foi proposto investigar como a utilização da estrutura triádica de Salthé pode contribuir na formação de graduandos de Biologia quanto pesquisadores (Salthe, 1985; 2001). Para isso, procurando integrar diferentes níveis de complexidade do conhecimento biológico. Foram estabelecidos três níveis hierárquicos de organização do conhecimento biológico: [ecológico (ambiente externo) [orgânico (organismo) [molecular e/ou celular (ambiente interno)]]], tendo o organismo como ponto focal ancorando as relações entre ambiente externo e interno.

O organismo foi escolhido como ponto focal da hierarquia por ser considerado um dos conceitos integradores do conhecimento biológico e pela necessidade de recolocar esse conceito em evidência, uma vez que as pesquisas em Biologia teórica indicam que o organismo perdeu seu papel central nas discussões conceituais desde de 1920, devido a crescente ênfase nos aspectos moleculares (Feltz, 1995; El-Hani & Emmeche, 2000; Ruiz-Mirazo *et al.*, 2000; Gutmann & Neumann-Held, 2000; El-Hani, 2002a).

Para entender o organismo é necessário compreendê-lo como um sistema coeso, no qual emergem propriedades como os comportamentos e certa individualidade. No entanto, para compreender de forma adequada as propriedades que aparecem no nível focal (orgânico), devem-se relacionar essas propriedades ao ambiente externo (nível superior) no qual o organismo se insere.

Como Richard Lewontin, entende-se o ambiente externo como as condições externas (aspectos bióticos e abióticos) que são relevantes para o organismo (Lewontin, 2002). Para Lewontin, não existe ambiente sem organismo, nem organismo sem ambiente. O organismo, além de determinar os fatores relevantes de seu ambiente, também constrói ativamente um mundo a sua volta e altera constantemente seu entorno (Lewontin, 2002). Portanto, na compreensão do organismo é fundamental destacar as relações que ocorrem entre o organismo e seu ambiente externo. Por exemplo, é difícil explicar o comportamento reprodutivo de um organismo individual sem fazer referência ao nível superior, a população, no

qual o significado da reprodução pode ser explicado (O'Neill, 1988).

Também não é possível compreender de forma ampla as propriedades que emergem no nível orgânico sem fazer referência ao nível inferior no qual essas propriedades foram geradas. Portanto entender que o organismo se constitui de uma rede de interações moleculares e/ou celulares e que o padrão global apresentado no nível orgânico emerge de certa estabilidade dessas interações é fundamental para compreender as relações entre níveis. Assim, para entender a organização de um determinado ser vivo é necessário compreender tanto as relações e propriedades emergentes que ocorrem no próprio nível do organismo (nível orgânico) quanto às propriedades de restrição do nível superior (ecológico - ambiente externo) e as propriedades geradoras do nível inferior (ambiente interno – molecular e/ou celular).

5 A ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE UM GRUPO DE “PESQUISAS EM EPISTEMOLOGIA DA BIOLOGIA”

A partir da representação triádica [ecológico (ambiente externo) [orgânico (organismo) [molecular e/ou celular (ambiente interno)]]], estabelecida como forma de organizar o conhecimento biológico, foi planejado um grupo de “Pesquisas em Epistemologia da Biologia”. O grupo se desenvolveu durante todo o ano de 2007 e teve como tema central de discussão a organização dos seres vivos² e a integração entre os níveis ecológico (superior), orgânico (focal) e molecular (inferior).

O grupo foi constituído por alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, pós-graduandos, professores palestrantes

² Em 2007, o grupo esteve centrado principalmente na discussão sobre o conceito de organismo, constituindo dados de pesquisa para a tese de doutorado da primeira autora. No ano de 2008 tem sido discutido, com maior profundidade, os aspectos moleculares e ecológicos para a coleta de dados da segunda e terceira autora respectivamente. Procura-se, assim, abordar em profundidade os três níveis de organização propostos pelo grupo, sem deixar de destacar as relações de interações entre os níveis.

participantes e professores orientadores. Os alunos de pós-graduação coordenavam as atividades do grupo e pesquisavam o desenvolvimento conceitual do grupo referente à interação entre os três níveis do sistema triádico proposto. Os alunos de graduação (11 alunos no início das atividades, sendo que ao longo do ano, três saíram do grupo) além de discutirem aspectos da fundamentação teórica tinham por objetivo desenvolver projetos de pesquisa a partir destas discussões. Ao final das atividades do ano, alguns graduandos desenvolveram uma pesquisa completa e apresentaram como trabalho de conclusão de curso enquanto outros estão tendo o ano de 2008 para o término dos seus trabalhos.

Na fundamentação teórica do grupo, para a compreensão dos três níveis de organização propostos, foram realizadas aulas expositivas, discussões em grupo e leitura de textos. Entre os textos que serviram de suporte para o grupo estiveram os capítulos “Gene e Organismo” e “Organismo e Ambiente” do livro *A tripla hélice* de Richard Lewontin (2002). Estes dois textos inseriam a discussão da interação entre os três níveis proposto na compreensão do conceito de organismo.

6 A PERCEPÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE NÍVEIS POR GRADUANDOS EM BIOLOGIA

A coleta e a análise de dados seguiram uma abordagem metodológica qualitativa de pesquisa (Lüdke & André, 1986; Bogdan & Biklen, 1994). A coleta de dados foi realizada através de: questionários, entrevistas em grupo e individuais, gravações e transcrições das reuniões do grupo. Nesse artigo, a análise se refere ao questionário inicial respondido pelos alunos antes do início das atividades do grupo (dezembro de 2006), as discussões ocorridas durante o desenvolvimento do grupo e as entrevistas individuais realizadas na finalização das atividades do grupo (novembro de 2007). Procura-se através desses dados comparar as percepções dos alunos no início das atividades do grupo e na finalização da mesma. Estes instrumentos de coleta possibilitaram caracterizar as relações estabelecidas, pelos participantes, entre os três níveis hierárquicos que fomentaram as discussões e o desenvolvimento dos trabalhos do grupo.

Na análise dos dados foram estabelecidas cinco categorias qualitativas de análise (Bardin, 1977) em relação à concepção de organismo (nosso nível focal de interesse) e as relações entre os níveis inferior e superior. Estas categorias são:

- C1. Organismo-ambiente interno: o organismo determinado pelo material genético;
- C2. Organismo-ambiente interno: organismo como reflexo do meio interno na forma de uma totalidade;
- C3. Organismo como conjunto de características;
- C4. Organismo estabelecendo relações apenas com o ambiente externo e;
- C5. Estabelecimento de relações entre o organismo, meio interno e externo.

Os alunos nas análises são representados pela letra *A* acompanhado por um número de um a onze. As falas dos pesquisadores são representadas pela letra *P*. Quando não era possível identificar o aluno, representou-se por *A(?)*. Quando era uma fala conjunta, indicou-se pela palavra *Alunos*.

6.1 A relação entre níveis no questionário inicial

O questionário inicial foi respondido por 11 alunos. A análise da relação entre níveis e o conceito de organismo no questionário inicial esteve relacionado com as seguintes questões:

1. [apresentação de imagens de seres vivos] O que eles têm em comum?
2. [apresentação de imagens de seres vivos] A) Em que eles se diferem? B) Como essa diferença é possível?
7. O que é um ser vivo?
8. Vários componentes e estruturas que constituem um ser vivo são freqüentemente reconstruídas ao longo da vida de um organismo. Apesar dessa constante transformação, percebe-se que um ser vivo possui certa individualidade que se mantém ao longo do tempo. Como você explicaria a manutenção dessa individualidade?

As perguntas estavam relacionadas com a percepção dos alunos sobre seres vivos, procurando entender se na explicação dos seres vivos os alunos incluíam tanto aspectos do ambiente externo quanto de seu ambiente interno. A partir da análise das respostas dos alunos através das categorias elaboradas foi constituída a tabela 1.

Nesse primeiro momento da coleta de dados, percebeu-se que as respostas dos alunos, mesmo quando englobava as relações entre os três níveis, eram muito simples. Além disso, um ponto a ser destacado é que a aluna A11 respondeu todas as questões com ênfase nas características genéticas dos organismos.

Tabela 1. Número de aparições das categorias por aluno no questionário inicial.

	C1	C2	C3	C4	C5
A1		2	1	2	2
A2		1		1	1
A3	3		1	1	2
A4	1	1	1	2	
A5				2	
A6	3	1	2	1	
A7	2	2	3		2
A8		1	2	2	
A9			1	1	
A10			3	1	
A11	5				
TOTAL	14	8	14	13	7

Destacam-se a seguir, para exemplificar a constituição dos dados, fragmentos de falas que foram inclusos em cada uma das categorias:

C1: A3: [Eles diferem] quanto às estruturas físicas, pois cada um apresenta códigos genéticos diferentes.

C2: A7: Todos possuem metabolismo.

C3: A7: Há os mais simples, que são unicelulares e os pluricelulares; enfim o que os diferenciam são estruturas morfo-

lógicas: vértebras, pêlos, parede celular, etc.

C4: A1: A manutenção [da individualidade] é feita pelo próprio ambiente, características que influenciam o indivíduo.

C5: A1: Ser vivo é um organismo que apresenta certo nível de organização interna capaz de interar energia e matéria e também possui a capacidade de se reproduzir e/ou auto-reproduzir.

6.2 A relação entre níveis na discussão inicial

A primeira reunião do grupo (março de 2007) enfatizou o conceito de vida e de organismo através da estratégia de problematizar as concepções apresentadas pelos alunos. As questões utilizadas para problematizar essa primeira reunião foram adaptadas dos trabalhos de Francisco Ângelo Coutinho (Coutinho, 2005) e Fábio Augusto Rodrigues Silva (Silva, 2006). Nessa reunião, percebeu-se que quando colocado algum problema de difícil solução os alunos recorriam ao nível genético para suas explicações.

Nessa reunião, devido as problematizações, a categoria que apareceu com maior frequência foi C1 com nove referências, seguida por C3 (cinco referências) e C4 (duas referências). As categorias C2 e C5 tiveram uma referência cada. Nesse primeiro momento, observou-se que a representação do organismo esteve fortemente associada ao ambiente interno, principalmente ao material genético como determinante de um ser vivo. Uma relação integrada entre os níveis ecológico, orgânico e genético-molecular apareceu apenas uma vez nesse primeiro momento.

A análise desse primeiro encontro evidenciou que as respostas dos alunos se apresentaram de forma mais curta, sem elaboração de uma explicação sistemática dos níveis. Nesta fase do grupo, fica evidente a concepção de organismo como sendo moldado pelo material genético. A seguir, como exemplo, é destacado um dos momentos analisados nessa primeira reunião:

P: E o que eles têm de diferentes? Como essas diferenças são possíveis? São seres vivos, mas são diferentes. Como isso acontece?

A(?): DNA

P: [pesquisadora coloca uma questão do questionário inicial referente à manutenção da individualidade dos seres vivos] Por exemplo: eu sou um ser vivo, eu perco células, eu estou reconstruindo ao longo da minha vida e eu continuo sendo o mesmo indivíduo. O que faz com que eu continue sendo a mesma pessoa?

Alunos: Material Genético, DNA.

P: Só o DNA? Aí a gente cai na mesma questão de agora pouco. Poderia existir vida sem ter uma forma semelhante ao DNA de informação?

A8: Eu acho que se não é o DNA é uma informação genética que diz que vai ter a pele assim, cabelo assim. Os animais também que vai ter a pele assim, cor tal. Então, acho que sim, sei lá um DNA ou RNA. Acho que diferente do que a gente conhece talvez não tenha. Acho que sem é impossível de existir.

6.3 Relação entre níveis ao longo do desenvolvimento do grupo

Ao longo do ano os graduandos participaram de discussões e leituras de textos que enfocaram as discussões sobre níveis hierárquicos tendo o organismo como nível focal. Além das atividades de discussão teórica, o grupo também teve momentos de discussões sobre pesquisa em ensino de ciências e suas metodologias, orientação de trabalhos de conclusão de curso e de artigos. Esses trabalhos foram desenvolvidos a partir de temáticas do grupo sendo que a escolha dos temas foi feita por cada graduando.

Ao longo do desenvolvimento do grupo os alunos utilizaram respostas cada vez mais complexas e sistêmicas. Além disso, os próprios alunos passam a reconhecer as mudanças em sua forma de pensar. No fragmento abaixo destacamos a fala da aluna A11 que no questionário inicial havia respondido todas as questões com ênfase no material genético.

A11: No primeiro encontro minhas idéias sobre a vida e os seres vivos restringiam-se a genética e a forma como os genes atuavam nos indivíduos. Após a leitura do texto as idéias e discussões se tornaram mais fundamentadas, mais an-

coradas no conhecimento científico, o que possibilitou o abranger das idéias. [sobre o conceito de vida] As moléculas interagem entre si, numa rede de interações. Não há moléculas mais ou menos importantes, todas são de fundamental importância. E é exatamente essa capacidade de criar uma “rede” de interações que define ser vivo de um inanimado.

6.4 A relação entre níveis nas entrevistas individuais

Ao final das atividades do ano de 2007, oito graduandos foram entrevistados individualmente sobre a representação de organismo e o desenvolvimento de seu trabalho de pesquisa associado ao grupo. As mesmas categorias foram utilizadas na análise das entrevistas individuais. A tabela 2 apresenta os dados por aluno.

Nas discussões finais é possível perceber modificações na forma como os graduandos caracterizam o organismo e as relações entre os níveis inferior e superior, sendo que a categoria C5 que na discussão inicial (março de 2007) havia sido citada apenas uma vez, passa a fazer parte do discurso de 6 graduandos na última entrevista.

Tabela 2. Número de aparições das categorias por aluno nas entrevistas individuais.

Entrevistas individuais	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4	Cat. 5
A1					1
A2				1	2
A3					1
A5				1	
A7	1			2	1
A8	1		1		1
A10	2			2	
A11	1			1	1

Pode-se evidenciar que os alunos já apresentam algumas considerações de interação entre os níveis:

A7: Bom, porque eu acho que não tem como você pensar um ecossistema sem organismo não tem como existir um organismo sem o nível molecular.... então eu acho que talvez no nível molecular.. não, não tem como, na verdade acho que não tem como existir eles separados, não tem como você separar os três, um sem o outro não existiria.

A11: Acredito que a vida, ela está mais relacionada com a capacidade de interação entre as partes, né? Acho que eu não poderia dizer que a minha célula é uma vida sozinha, como eu não poderia dizer que eu sou uma vida sozinha, eu no meio do nada, nada, nada, no vácuo, acho que é essa capacidade de interação, interação entre as células que vão se formando, é a minha interação com o ambiente.

No entanto, destaca-se que o determinismo genético (categoria 1.) ainda é citado por mais da metade dos membros do grupo como mostra a seguinte citação:

A7: Eu acho que, ainda, o DNA, sabe, eu dou muito enfoque a isso e, a vida, realmente, tem a ver com DNA com a parte mais molecular, não só com o DNA, mas essa fita que guarda a informação e tal... acho que seria mais esse mesmo.

Os dados das entrevistas individuais indicam que ao final do período de atividades do grupo, os alunos conseguem integrar com mais facilidade os níveis ecológico, orgânico e genético na explicação sobre a organização dos seres vivos. Assim, entende-se que a estruturação do grupo de pesquisa a partir de uma abordagem hierárquica permitiu o estabelecimento de relações mais complexas e uma integração maior entre os conteúdos de biologia pelos graduandos participantes do grupo. Apesar disso, em muitas situações os alunos ainda recorrem a uma explicação com ênfase no determinismo genético.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho são apresentadas algumas considerações sobre o desenvolvimento de um grupo de “Pesquisas em Epistemologia da Biologia”, no qual uma proposta de discussão do conhecimento biológico fosse pautada em um modelo hierárquico escalar.

Para a organização da estrutura das discussões do grupo foi elaborado um modelo baseado na teoria escalar de Salthé (1985). Nesse modelo, o conhecimento biológico está organizado em três níveis: [ecológico (ambiente externo) [orgânico (organismo) [molecular e/ou celular (ambiente interno)]]], sendo o organismo o nível focal. A partir desse modelo, ao longo do ano de 2007, foram desenvolvidas discussões que abordaram uma visão sistêmica do conhecimento biológico e auxiliaram na formação dos alunos de graduação participantes do grupo.

Dos dados coletados ao longo das atividades do grupo, percebem-se as mudanças conceituais apresentadas pelos graduandos em relação à visão mais integrada dos fenômenos biológicos. A ênfase dada ao material genético, tão presente na fala dos alunos no início das atividades do grupo, deu lugar a uma visão mais integrada dos diferentes níveis de organização dos sistemas biológicos. Ao final de um ano de atividades, foi possível perceber que os graduandos, em certa medida, compreenderam a importância das discussões para sua formação como pesquisadores.

Infere-se que a formação inicial que privilegia o papel da pesquisa em epistemologia da biologia é necessária tanto para aqueles que irão seguir a carreira científica ou atuar como professores na educação básica, pois as atividades de pesquisa permitem a reflexão sobre os conceitos estruturantes da Biologia, assim como a natureza dessa ciência. Em se tratando de formação de professores, ressalta-se que as discussões estabelecidas no grupo podem contribuir para desenvolver um caráter crítico do professor sobre os conteúdos biológicos abordados nos diferentes níveis de ensino.

As discussões epistemológicas na formação de pesquisadores através de uma percepção integrada dos fenômenos biológicos ainda constituem um desafio para os cursos de Ciências Biológicas. Entende-se que as considerações neste trabalho são o início

de uma discussão que precisa ser aprofundada. Outros aspectos ainda devem ser analisados em relação ao desenvolvimento do grupo, tais como: a influência de um pensamento sistêmico no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e o aprofundamento das discussões epistemológicas nos níveis molecular e ecológico.

A formação de pesquisadores em Ciências Biológicas pode ter na epistemologia da Biologia uma possibilidade de formação de cientistas (experimentais, teóricos, educacionais) e educadores com melhor compreensão dos fenômenos biológicos independentemente da especificidade do trabalho produzido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOOGERD, F. C.; BRUGGEMAN, F. J.; RICHARDSON, R. C.; STEPHAN, A.; WESTERHOFF, H. V. Emergence and its place in nature: a case study of biochemical networks. *Synthese* **145**: 131-164, 2005.
- COLLIER, John D.; MULLER, Scott. J. *The dynamical basis of emergence in natural hierarchies*. In: FARRE, George; OKSALA, Tarko (eds.). *Emergence, complexity, hierarchy and organization. Selected and Edited Papers the ECHO III Conference, Acta Polytechnica Scandinavica*. 1998.
- COUTINHO, Francisco Ângelo. *A construção de um perfil conceitual de vida*. Minas Gerais, 2005. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.
- EL-HANI, Charbel Niño. Sistema triádico básico: um Referencial heurísticamente fértil para o ensino de biologia. V. 1, pp. 1-6, in: *VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, Anais*. São Paulo: FE-USP/EDUSP, 2002 (a).
- . *Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia*. Pp. 199-242, in: SILVA FILHO, W. et al. *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador: Arcádia, 2002 (b).
- EL-HANI, Charbel Niño; EMMECHE, Claus. On some theoretical grounds for an organism-centered biology: property emer-

- gence, superveniência and downward causation. *Theory Biosciences* **119**: 234-275, 2000.
- EL-HANI; Charbel Niño; QUEIROZ, João. Downward determination. *Abstract* **1** (2): 162-192, 2005.
- EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel Niño. *Definindo vida*. Pp. 31-56, in: EL-HANI, C. N; VIDEIRA, A. A. P. (orgs.). *O que é vida? Para entender a Biologia do século XXI*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.
- FELTZ, Bernard. Le réductionnisme en biologie. Approches historique et épistemologique. *Revue Philosophique de Louvain* **93**: 9-32, 1995.
- GUTMANN, Mathias; NEUMANN-HELD, Eva. The theory of organism and the culturalist foundation of biology. *Theory in Biosciences* **119** (3-4): 276-317, 2000.
- JOHNSON, Christopher. What are emergent properties and how do they affect the engineering of complex systems? *Reliability Engineering and system safety* **91**: 1475-1481, 2006.
- JONES, Stephen. *Organizing relations and emergence*. Pp. 418-422, in: STANDISH, ABASS, BEDAU. (eds.). *Artificial Life VIII*. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.
- JOSLYN, Cliff. Levels of control and closure in complex semiotic systems. *Annals New York Academy of Science. Closure: emergence organizations and their dynamics* **901**: 67-74, 2000.
- LEWONTIN, Richard. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MACHON, James A.; PHILLIPS, Donald L.; ROBISONSON, James V.; SCHIMPF, David J. Levels of biological organization: an organism-centered approach. *Biosciences* **28** (11): 700-704, 1978.
- MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Tradução Ivo Martinazzo. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.
- ODUM, Eugene P. *Ecologia*. Trad. Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988.
- O'NEILL, Robert V. *Hierarchy theory and global change*. In: ROSSEWALL, T.; WOODMANSEE, R.; RISSER, P. (eds.).

- SCOPE 35 - *Scales and Global Change: Spatial and Temporal Variability of Biospheric and Geospheric Processes*. 1988. Disponível em: <<http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope35/chapter03.html>>. Acesso em 8 de setembro de 2008.
- KORN, Robert. The emergence principle in biological hierarchies. *Biology and Philosophy* **20**: 137-151, 2005.
- RUIZ-MIRAZO, Kepa; ETXEBERRIA, Arantza; MORENO, Alvaro; IBÁÑEZ, Jesús. Organisms and their place in biology. *Theory in Biosciences* **119** (3-4): 209-233, 2000.
- SALTHER, Stanley. *Evolving hierarchical systems: their structure and representation*. New York: Columbia University Press, 1985.
- . *Summary of the principles of hierarchy theory*. 2001. Disponível em: <http://www.nbi.dk/~natphil/salthe/Hierarchy_th.html>. Acesso em: 22 de junho de 2008.
- SILVA, Fábio Augusto Rodrigues. *O perfil conceitual de vida: ampliando as ferramentas metodológicas para sua investigação*. Belo Horizonte, 2006. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.

Peter Lund (1801-1880) e o questionamento do catastrofismo

Frederico Felipe de Almeida Faria*

Resumo: Até a publicação dos trabalhos de Peter Wilhelm Lund (1801-1880), o estudo dos fósseis brasileiros pouco pôde contribuir para o desenvolvimento da Paleontologia. Após as descobertas de Lund, de fósseis de vertebrados da fauna cenozóica no interior de cavernas da região de Lagoa Santa (Minas Gerais, Brasil), os trabalhos desse naturalista dinamarquês possibilitaram uma compreensão bastante precisa da composição daquela fauna extinta, que, segundo o catastrofismo, não haveria convivido com a atual. Mesmo sendo em seu início de carreira um defensor dessa teoria, as investigações de Lund levaram-no a questioná-la, quando descobriu fósseis de seres extintos e atuais, inclusive de humanos, nos mesmos estratos geológicos, indicando, com isso, a sua contemporaneidade. Essa constatação contrariava a teoria catastrofista, a qual considerava que somente após a última catástrofe o ser humano havia se estabelecido em regiões como grande parte da Europa, da Ásia e da América. Essa premissa do catastrofismo também foi questionada por naturalistas europeus da mesma época, que também se basearam em descobertas de fósseis da fauna atual e de vestígios humanos associados a fósseis de animais extintos. Toda essa gama de novos dados criaria uma crise naquela que era uma das teorias mais aceitas pelos estudiosos pré-darwinianos dos fósseis.

Palavras-chave: história da paleontologia; Peter W. Lund; catastrofismo; fósseis.

Peter Lund and the questioning of catastrophism

Abstract: Up to the publication of the works of Peter Wilhelm Lund (1801-1880), the study of Brazilian fossils could contribute little to the development of Paleontology. After his discovery of vertebrate Cenozoic fauna fossils, inside caves in the region of Lagoa Santa (Minas Gerais, Brazil), his works allowed a fairly accurate understanding of the composition of that extinct fauna, which, according to catastrophism, would not have lived with the current one. Although, in his early career, he was a supporter of that theory, Lund's inquiries led

* Universidade Federal de Santa Catarina. Doutorando do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas. Rua Protênor Vidal, 405, Florianópolis, Santa Catarina, CEP 88040-320. E-mail: felipeafaria@uol.com.

him to question it, when he discovered fossils of extinct and current beings, including humans, in the same geological strata, thus indicating their contemporaneity. This finding contradicted the catastrophist theory, which maintained that human beings had settled in regions such as Asia, America, and most of Europe only after the last catastrophe. This catastrophist premise was also questioned by European naturalists from the same period, which also were based on discoveries of fossil fauna and current human remains associated with fossils of extinct animals. All this range of new data would create a crisis in the catastrophist theory, which was one of the theories that scholars of fossils during the pre-Darwinian period most widely accepted.

Keywords: history of paleontology; Peter W. Lund; catastrophism; fossils.

1 A TEORIA CATASTROFISTA

De acordo com a teoria catastrofista, catástrofes geológicas seriam uma recorrente característica da história do Globo¹. A idéia foi utilizada por Georges Cuvier (1769-1832) como forma de compreensão de alguns fenômenos naturais, tais como o desaparecimento de grupos taxonômicos (extinção) e a sucessão dessas unidades ao longo do tempo. Cuvier tomava como evidência das catástrofes a constatação de mudanças aparentes nas assembléias fósseis contidas em diferentes estratos geológicos e que, por estarem dispostos cronologicamente, indicavam uma relação temporal entre os fósseis que continham. Tais fenômenos seriam os agentes formadores das cadeias de montanhas, dos vales etc. e, de acordo com o caráter súbito de sua ocorrência, visto que, em sua maioria, tratava-se de violentos episódios de irrupção e retirada de águas,

¹ A teoria catastrofista defende que no passado geológico da Terra, súbitas catástrofes, principalmente inundações, seriam responsáveis pelas configurações geológicas e biológicas atuais. Segundo Martin Rudwick (1976, p. 132) o catastrofismo recebeu essa denominação de forma inadequada, pois Georges Cuvier, seu maior divulgador, raramente utilizou o termo “catástrofe”, tendo constantemente utilizado o termo “revoluções” para designar aqueles fenômenos geológicos. Cuvier também formulou os métodos e leis da Anatomia Comparada com os quais pôde iniciar uma profusão de reconstruções paleontológicas. Estas permitiram a elaboração de um sistema de classificação taxonômico que, de maneira inovadora, incluía os organismos fossilizados. A compreensão dos fósseis, que seus métodos produziram, possibilitou um conhecimento mais aprofundado sobre a geologia do Globo, devido à intrincada relação desta última com os fósseis e sua história natural.

também promoveriam a extinção de vários grupos taxonômicos. Essas idéias foram expostas de forma sintetizada em *Investigações sobre ossadas fósseis de quadrípedes*, de 1812, onde Cuvier reuniu vários de seus trabalhos e, de maneira eloqüente, defendeu a teoria do catastrofismo. De fato, a maior parte dessa exposição deu-se no discurso preliminar daquela obra e, posteriormente, veio a ser desmembrado da mesma e publicado sob o título *Discurso sobre as revoluções da superfície do globo*. Esta passou a ser a principal obra de divulgação das idéias de Georges Cuvier, tornando-se muito influente nos trabalhos de diversos naturalistas do século XIX e contribuindo profundamente para a formação de uma rede de cooperação que agiria como uma comunidade científica orientada pela teoria catastrofista.

Intensamente envolvido com os resultados dos trabalhos produzidos por essa comunidade, encontrava-se o naturalista dinamarquês, radicado no Brasil, Peter Wilhelm Lund. Após um ano de sua transferência definitiva para o Novo Mundo², Lund tomou contato com ossadas fósseis descobertas no interior de cavernas cársticas³, situadas na região de Lagoa Santa (Minas Gerais, Brasil). Lund, que já havia visitado algumas cavernas na Europa e também

² Peter Lund esteve no Rio de Janeiro durante os anos de 1825 a 1829, realizando pesquisas e coletas, zoológicas e botânicas (Mattos, 1939, pp. 23-26). Após esse período retornou à Dinamarca onde publicou os trabalhos resultantes (Luna Filho, 2007, p. 67). Obteve o título de Doutor na Universidade de Kiel e então empreendeu viagens a importantes centros científicos e culturais europeus como Berlim, Viena, Roma, Nápoles, Paris e outros. Nesses centros, travou contato com autoridades do conhecimento científico da época: Humboldt, Ampère, De Candolle, Milne Edwards, Cuvier, dentre outros. Em novembro de 1832, Peter Lund embarcou definitivamente para o Brasil, aportando na capital do Império brasileiro em janeiro de 1833 (Marchesotti, 2005, pp. 30-31).

³ Cavernas cársticas ou calcárias são formadas através da dissolução do calcário pela ação das águas (Berbet-Born, 2002, p. 415). São ambientes com excelente potencial de fossilização, pois as ossadas ali depositadas são rapidamente revestidas por uma crosta de minerais, que as isolam dos agentes decompositores (Carvalho, 2000, p. 45). O calcário das cavernas exploradas por Lund, também integra o processo de formação das estalagmites e estalactites (Karmann, 2001, p. 131). Ele chamava essas cavernas de “lapas”, termo do regionalismo de Minas Gerais, denominativo das cavidades ou grutas que aparecem nas encostas das rochas.

assistido a conferências de Georges Cuvier, no *Collège de France*, estabelecendo contato com seus trabalhos e idéias sobre fósseis e o passado catastrófico da Terra, mais tarde expressou sua pretensão em contribuir por meio de suas próprias pesquisas para a confirmação dos trabalhos do naturalista francês:

Cuvier, em seus estudos sobre os mamíferos fósseis do Antigo Mundo, chegou às mesmas conclusões; [...] sinto verdadeiro prazer em contribuir, com minhas pesquisas neste país, para sua confirmação. (Lund, [1837], 1950, p. 183)

Esta convicção que Peter Lund tinha no catastrofismo cuvieriano orientou as pesquisas paleontológicas realizadas em mais de 800 cavernas, grutas e abrigos rochosos da região de Lagoa Santa⁴, à procura de fósseis capazes de produzir dados que auxiliassem na compreensão da geologia da região estudada e na confirmação da teoria catastrofista.

No escopo dessa teoria, as regiões atingidas por “revoluções” (catástrofes), após terem sua fauna devastada, seriam repovoadas com espécies migrantes de outras localidades. Cuvier constatou esse fato através da análise dos fósseis contidos nos estratos geológicos, que, mediante sua disposição, indicavam a ocorrência de uma sucessão de formas de vida ao longo do tempo. Esses estratos tinham sua delimitação determinada pelas revoluções e, portanto, dispunham em seqüência temporal as faunas que se sucediam. Elas surgiam no registro fossilífero com o seguinte ordenamento: primeiramente, as conchas, seguidas de peixes, quadrúpedes ovíparos e, finalmente, vivíparos (Cuvier, 1830, pp. 112-119).

⁴ Entre as cavernas e grutas mais conhecidas, Lund explorou a Gruta de Maquiné, a Lapa do Sumidouro e a Lapa Vermelha. Nesta última, a missão arqueológica franco-brasileira, chefiada pela arqueóloga Annette Lamig-Emperaire (1917-1976) descobriu, no início da década de 70 do século XX, o fóssil de um crânio de uma mulher que, segundo as pesquisas de Walter Alves Neves, do Instituto de Biociências da USP, trata-se do representante humano mais antigo das Américas, com mais de 11.000 anos. Esta descoberta fomentou questionamentos sobre as teorias da origem do homem americano, devido à sua idade e aos traços negróides que aquele fóssil, apelidado de “Luzia”, apresenta (Neves *et al.*, 1999, pp. 461-462).

A teoria catastrofista não previa a existência de nenhum estrato geológico que pudesse conter, conjuntamente, representantes de faunas que viveram em diferentes períodos, pois estes seriam delimitados pela ocorrência das revoluções. Esse pressuposto apoiava-se na forma súbita em que tais revoluções teriam ocorrido e que, como conseqüência, levavam a uma repentina extinção de toda a fauna local. Sendo essa a forma de ocorrência da extinção, a sucessão dos seres vivos não poderia ter acontecido de maneira gradual e isso estaria representado no registro fóssilífero. Os estratos geológicos formados pelas revoluções, ou no intervalo entre elas, apresentavam apenas os fósseis da fauna que viveu na região no período correspondente àquele intervalo. No final desse período, a ocorrência de uma revolução implicava na extinção dessa fauna que, posteriormente, era substituída por outra migrante de uma localidade não atingida pela catástrofe. Como as revoluções encerravam a formação de um estrato geológico, delimitando-os, as faunas que os estratos continham também estariam separadas estratigraficamente.

Este era um dos pressupostos do catastrofismo, que Peter Lund esperava confirmar quando iniciou, em 1834, seus trabalhos com os fósseis que escavou nas lapas da região de Lagoa Santa.

2 UMA ANOMALIA?

A compreensão de Lund sobre a geologia da região de Lagoa Santa recebia cada vez mais sustentação proveniente das descobertas que fazia de fósseis de espécies extintas em estratos posicionados inferiormente (mais antigos) aos que continham fósseis de espécies não extintas. Dentre as mais de 12.000 ossadas fossilizadas e fragmentos ósseos⁵ encontrados (Luna Filho, 2007, p. 24), Lund descobriu ossadas de *Megatherium*, *Megalonix*, *Scelidotherium*⁶, *Smilodon*⁷ e muitos outros quadrúpedes da extinta megafauna cenozóica, em um estrato geológico que ele reconheceu como *diluvi-*

⁵ Pertencentes a 56 gêneros e compreendendo 114 espécies (Couto, 1950, p. 58).

⁶ Gêneros de preguiças-terrestres surgidos no Oligoceno (33 a 24 Ma.) do continente americano e extintos no Holoceno (10.000 anos até o presente).

⁷ Popularmente conhecido como tigre dente-de-sabre.

um. Essa era a denominação que William Buckland (1784-1856)⁸ havia estabelecido para o estrato geológico formado por depósitos extensos e gerais produzidos pela última grande revolução, a qual teria ocorrido em âmbito global e que, por tratar-se de uma grande inundação, deveria ser identificada como o Dilúvio Bíblico.

Apesar da confluência de suas idéias com as de Buckland, sobre a última revolução que a Terra sofrera em seu passado, Lund defendia que aquela inundação global deveria ser tomada somente de forma hipotética. Ele utilizava a ocorrência daquele fenômeno como pressuposto para a explicação da formação geológica das cavernas da região que estudou e relacionava esses dados com a história natural dos organismos submetidos às conseqüências deste processo. De modo semelhante à Buckland, Lund pensava que as cavernas que explorou apresentavam fósseis ali depositados de diversas maneiras como, por exemplo, devido à ação carreadora das águas que as teriam inundado, importando, assim, restos de organismos do exterior; devido ao aprisionamento e morte de organismos, decorrente de uma queda em uma fenda da caverna; devido à morte por afogamento, ou por aprisionamento do organismo no interior da caverna, decorrente da elevação do nível das águas internas (Lund, 1844, pp. 482-483 e Buckland, 1822, pp. 204-208). Esta última forma seria recorrente naquela região devido ao caráter sazonal da dinâmica hídrica da região de Lagoa Santa que, em determinadas épocas do ano, produz inundações nas cavernas (Berbet-Born, 2002, pp. 425-426).

⁸ Mineralogista inglês de formação cuvieriana e defensor da ocorrência do Dilúvio Bíblico. Buckland propôs o termo *diluvium* em trabalho publicado em 1822 sobre os fósseis que encontrou na caverna de Kirkdale-Yorkshire (Buckland, 1822, pp. 171-172). Nesse trabalho e na sua obra mais divulgada, *Reliquiae diluvianae* (1824), Buckland expôs suas idéias diluvianistas, discorrendo sobre os processos de formação ou de transporte de ossadas fósseis encontradas em diversas cavernas do continente europeu. Constatou que muitos desses fósseis haviam sido carreados para o interior de cavernas pela ação das águas do Dilúvio e que outros haviam sido depositados naqueles locais mediante a atividade de animais carniceiros antediluvianos que habitaram aquelas cavernas. Mas, mesmo neste último caso, para Buckland, os estratos geológicos em que os fósseis eram encontrados poderiam ser resultantes de uma inundação global, o dilúvio (Buckland, 1824, pp. 142-146).

Foi dessa maneira que Peter Lund interpretou os dados produzidos pelos fósseis descobertos nas lapas de Lagoa Santa, até o ano de 1838: tratava-se de restos de organismos representantes da fauna extinta com a última revolução e que foi sucedida pela fauna vivente atual, também encontrada no interior daquelas cavernas, porém, em condições estratigráficas que indicavam sua recenticidade, confirmando destarte a sucessão dos seres vivos da forma prevista pelo catastrofismo. Porém, naquele ano, ao publicar sua “Terceira memória sobre a fauna das cavernas”⁹, Lund comunicou a descoberta de uma ossada fóssil de um roedor atual, o *Trinomys setosus elegans*¹⁰, escavada no *diluvium*. Naquele trabalho, ele afirmou que:

Resulta deste exame que a conformação da espécie fóssil reproduz perfeitamente a da espécie viva, de modo que não achei diferença alguma que justifique sua separação. Se este resultado for confirmado por estudos posteriores, teremos aqui uma exceção à regra da existência de dessemelhanças entre as espécies das duas épocas geológicas. (Lund, [1838], 1950, p. 230)

Peter Lund enfrentava algumas dificuldades para elaborar conclusões em seu trabalho de pesquisa. Levava em consideração o fato de encontrar-se isolado numa região com poucos recursos de comunicação e sem dispor de uma coleção de peças anatômicas para consulta. Ele também era cauteloso quanto a elaborar alguma conclusão que contrariasse, ou mesmo não constasse do escopo de conhecimentos já aceitos pela comunidade científica da época. Suas conclusões taxonômicas, como seria de se esperar, baseavam-se principalmente no método cuveriano de comparação ana-

⁹ Peter Lund escreveu grande parte de sua obra em forma de correspondência, utilizando no título o termo “memórias”. Estas eram enviadas a instituições dinamarquesas, tais como a Academia de Ciências de Copenhague e Sociedade Real dos Antiquários do Norte. Entretanto, ele também tinha a preocupação de informar a comunidade científica brasileira, enviando algumas de suas memórias ao Instituto Geográfico Brasileiro (Marchesotti, 2005, pp. 159-160).

¹⁰ Preliminarmente, Lund identificou-o como *Lonchères illiger*, comparando-o com uma espécie reconhecidamente atual, o *Lonchères elegans*. Atualmente, esta espécie vivente, recebe a denominação de *Trinomys setosus elegans* (Lund, 1841; Correa *et al.*, 2005, p. 169).

tômica, o que exigia uma grande variedade de peças coligidas para comparação. Apenas com o tempo, Lund seria capaz de reunir uma quantidade suficiente de peças para montar sua coleção. Enquanto isso não ocorria, Lund esteve aberto aos questionamentos feitos aos pressupostos teóricos do catastrofismo, mas, ao mesmo tempo, sua crença na teoria, assim como sua prudência científica, não permitia que ele chegasse a alguma conclusão.

Foi dessa maneira que Lund se posicionou ao descobrir um espécime atual posicionado no *diluvium*. Porém com o decorrer do tempo Lund escavaria outros fósseis em condições estratigráficas similares às do *T. setosus elegans*. Essas descobertas somar-se-iam a outras realizadas por naturalistas no Velho Mundo, levando a teoria catastrofista a um questionamento de suas bases.

3 CRISE NO CATASTROFISMO?

Um ano antes da primeira descoberta que Lund fez de um fóssil de uma espécie de roedor atual em estratos anteriores a última revolução do Globo, Edouard Lartet (1801-1871), arqueólogo e paleontólogo francês, anunciava a descoberta de um fóssil de macaco¹¹, também escavado no *diluvium*, na região de Sansan, no sul da França (Lartet, 1837, pp. 85-92).

Lund já havia comunicado sua descoberta em estratos também formados antes da última revolução, de um fóssil de um símio – grupo com representantes atuais – ao qual ele denominara de *Prothopithecus brasiliensis*¹², em sua “Segunda memória sobre a fauna das cavernas” (1837).

Além das descobertas do *P. brasiliensis* e do *T. setosus elegans*, Peter Lund ainda viria a escavar, também em estratos anteriores à última revolução do Globo, outra ossada fóssil de macaco (*Alouatta seniculus*) (Lund, [1838], 1950, pp. 238 e 265) e outros fósseis de grupos que também apresentavam representantes atuais, tais como

¹¹ *Pliopithecus antiquus* (Blainville, 1839).

¹² Segundo Couto, o nome válido para esta espécie é *Brachyteles brasiliensis* (Couto, 1950, p. 59). Esse fóssil indica para o animal a dimensão aproximada de uma fêmea de chimpanzé (*Pan*), tendo sido extinto no limite entre o Pleistoceno (5,3 a 1,8 M.a.) e o Holoceno (10.000 anos até o presente) (Pereira, 2006, pp. 20-21).

morcegos, canídeos e cavalos. Quanto a este último grupo, é importante apontar que, até aquele momento, o conhecimento de sua distribuição se restringia ao Velho Mundo (Lund, [1840], 1950, p. 297, [1841], 1950, pp. 451-452). Mas essas não seriam as únicas, nem as mais importantes, descobertas relativas aos questionamentos do catastrofismo que Lund faria.

Em sua “Quarta memória sobre a fauna das cavernas” (1841), Lund comunicou a descoberta de ossadas humanas, em estado de fossilização, em estratos que não podiam ser determinados com precisão, pois a dinâmica hídrica da caverna, que era sazonalmente inundada, misturava os sedimentos formadores dos estratos. Estas ossadas haviam sido escavadas em associação com fósseis de vários animais da fauna extinta, tais como o *Scelydotherium*, o *Megatherium*, o *Smilodon* e outros. Caso pertencessem ao mesmo estrato, isso indicaria uma convivência desses animais com uma espécie atual, a qual o próprio Lund chamara de “rei da criação”, ou seja, o homem (Lund, [1837], 1950, p. 189).

Lund havia expressado, apenas 10 meses antes, em seu “Apêndice às observações sobre os animais fósseis do Brasil” (1840), que até aquela ocasião haviam sido vãs as pesquisas que tinha “feito no sentido de encontrar indícios da existência do homem na era geológica próxima passada” (Lund, [1840], 1950, p. 299).

Mesmo sem chegar a nenhuma conclusão sobre a antigüidade daquelas ossadas humanas, Lund empreendeu uma profusão de escavações nas quais ele veio a coletar uma crescente quantidade de fósseis de espécies extintas nos mesmos estratos em que escavava ossadas de espécies atuais. Com essa abundância de indícios ele, primeiramente, começou a discutir em sua obra a existência de formas intermediárias:

À medida que aumentava o material por mim coletado e se dilatavam meus conhecimentos destes seres¹³ à primeira vista tão evidentemente diferentes e variados, tal conclusão¹⁴ ia sofrendo

¹³ Lund, nesta citação, está se referindo à atual ordem *Chiroptera*, formada pelos morcegos.

¹⁴ A conclusão da teoria catastrofista, ou seja, de que as faunas extintas e atuais não conviveram.

constantes modificações, tendo sido completamente modificada, quando finalmente, me vi na posse de uma forma intermediária atual até então desconhecida para mim, que serviria de termo de comparação e que lançou inesperada luz sobre quase toda esta família e sobre as relações entre os grupos que lhe são subordinados (Lund, [1841], 1950, p. 382).

É importante apontar que, para o cuvieriano Lund, o referido caráter intermediário não detinha nenhuma conotação transformista, mas apenas morfológica. Esta intermediação se referia à pretérita plenitude das formas que o catastrofismo defendia, ou seja, que no passado todas as formas possíveis – respeitados os limites das leis da anatomia comparada – ocuparam o Globo e que, mediante a ocorrência de catástrofes, que provocaram a extinção de parte dessas formas, essa diversidade diminuiria. Assim sendo, como as formas fósseis ocorreram no passado, a diversidade biológica que elas compunham era maior e, nessa situação, fora frequente a ocorrência de formas intermediárias. Mediante essa constatação e baseando-se na grande quantidade de suas descobertas, Lund defendia, em oposição ao que grande parte da comunidade científica sustentava, que a fauna pretérita do Novo Mundo excedeu em diversidade à do Velho Mundo (Lund, [1837], 1950, pp. 183-191).

4 UM CAMINHO NA DIREÇÃO DE UMA SOLUÇÃO?

Com o decorrer de seus trabalhos, Peter Lund, foi se inclinando a aceitar a idéia da convivência da fauna atual com a fauna extinta pela última revolução. Em sua última memória publicada¹⁵, ele centrou suas investigações sobre o grupo dos canídeos, pois, estes apresentariam uma maior diferença entre as formas extintas e as atuais (Lund, [1841], 1950, p. 382), o que facilitaria a constatação da convivência entre aquelas faunas, caso as duas formas fossem encontradas no mesmo estrato geológico. Em certo ponto deste trabalho, Lund discorreu sobre fósseis de canídeos extintos

¹⁵ “Quinta memória: as espécies de carnívoros atuais e fósseis nos planaltos centrais do Brasil tropical” (1844).

que “jaziam em promiscuidade com restos da fauna atual” e sobre como era possível distingui-los:

Das três espécies aqui estudadas¹⁶, as duas primeiras demonstram, pelas condições em que seus restos foram descobertos, terem sido indubitavelmente coetâneas de muitas formas animais desaparecidas, estando também provado que ambas, principalmente a segunda¹⁷, se diferenciam bastante das espécies atuais para que sejamos levados a reconhecer nelas espécies distintas, hoje desaparecidas, pertencentes a uma era geológica anterior à atual. (Lund, [1841], 1950, pp. 411-412)

Após a publicação desta “Quinta memória”, Peter Lund, passou a comunicar as descobertas que fez de ossadas humanas fósseis. Seu enfoque principal nestas comunicações era o estabelecimento da antiguidade do homem no continente americano, a qual ele desconfiava ser tão remota quanto à da fauna extinta (Lund [1844], 1950, pp. 492 e 493).

Esta desconfiança apoiava-se na associação estratigráfica daqueles fósseis humanos com ossadas fossilizadas de animais extintos. Mas por outro lado, o estado de fossilização em que aquelas ossadas humanas se encontravam, não permitia à Lund chegar a alguma conclusão sobre sua antiguidade. Apesar das evidências fornecidas pelos dados minuciosos produzidos pelo trabalho realizado por Buckland, sobre os processos tafonômicos envolvidos na formação de fósseis encontrados em cavernas da Europa, Lund afirmaria:

Como, porém, o processo da petrificação é um dos que tem sido menos estudados, principalmente em relação ao tempo exigido para a sua consumação e, constando mesmo que esse tempo varia, segundo as circunstâncias mais ou menos favoráveis, não se pode arriscar uma estimativa a seu respeito senão com uma aproximação muito vaga. Seja, porém, como for, resulta sempre, para estes ossos, uma antiguidade muito grande, que os faz remontar não só muito além da época do descobrimento desta parte do

¹⁶ *Canis robustior*, *C. protalopex* e uma espécie que Lund, por não poder determiná-la com precisão naquele momento, preferiu não nominá-la (Nota do autor).

¹⁷ *Canis protalopex* (Nota do autor).

mundo, como, talvez, além de todos os documentos imediatos que possuímos da existência do homem, visto não se terem achado ainda em nenhuma outra parte, ossos humanos em estado de petrificação. (Lund, [1842], 1950, p. 460)

Cauteloso em suas conclusões, Lund procurou cercar-se de dados produzidos por outras áreas dos estudos geológicos e paleontológicos, que o permitissem avançar na resolução de seus questionamentos. Para confirmar a antiguidade dos estratos em que trabalhou, ele utilizou os dados obtidos com os trabalhos de Élie de Beaumont (1798-1874)¹⁸, sobre a identificação da antiguidade de estratos contíguos, porém soerguidos parcialmente. Esta era uma situação, que por ser ausente na geologia da região de Lagoa Santa, indicaria sua extrema antiguidade, visto que a mesma sofrera poucas modificações após a formação de seus terrenos e não apresentava depósitos posteriores ao *diluvium* (Lund, [1844], 1950, pp. 496-497).

Procurando corroborar suas conclusões sobre a antiguidade da ossada fóssil de *P. brasiliensis*, descoberto em Lagoa Santa, Lund invocou os dados produzidos pelo trabalho de Edouard Lartet, sobre a descoberta do fóssil de *Pliopithecus antiquus*, escavado em estratos formados anteriormente ao *diluvium* da região de Sansan, no sudoeste da França. Para Lund, estes fósseis de símios, poderiam resolver de modo afirmativo “o importante problema da existência da mais elevada família dos mamíferos na era geológica passada, que todos os naturalistas se inclinavam a resolver negativamente, em vista das pesquisas sempre infrutíferas” (Lund, [1838], 1950, p. 237).

¹⁸ Em 1840, juntamente com o geólogo Pierre-Armand Dufrenoy (1792-1857), Beaumont publicou a primeira carta geológica da França, aos moldes da carta geológica de Paris, que Cuvier e Alexandre Brongniart (1870-1847) haviam publicado em 1808. Na carta parisiense, foi utilizado de forma inovadora, o Princípio da Correlação Fossilífera, que estabelece que os estratos podem ser identificados pelo seu conteúdo fóssil. Mediante este pressuposto, estratos longínquos e descontínuos, poderiam ser correlacionados, o que possibilitou a expansão da abrangência das cartas geológicas, como no caso da carta de Beaumont & Dufrenoy.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antigamente, a forma com que Peter Lund utilizou os trabalhos da comunidade científica aderida às idéias do catastrofismo indica sua adesão aos fundamentos teóricos daquela teoria e seus compromissos epistemológicos. Mesmo encontrando-se isolado, numa região remota do Novo Mundo, participou daquela comunidade fornecendo dados que confirmassem o catastrofismo, mas também comunicou aqueles que podiam questioná-lo.

As descobertas de fósseis humanos levaram Lund, em 1842, a escrever uma carta ao Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, publicada naquele mesmo ano e intitulada “Sobre a antiguidade do homem de Lagoa Santa”, onde ele discutiu se aquelas ossadas fósseis, uma vez que haviam sido encontradas no *diluvium*, eram contemporâneas da fauna extinta, o que indicaria uma anomalia na teoria catastrofista.

Até o final de seus trabalhos¹⁹, Lund não chegaria a uma conclusão definitiva sobre esta questão. Em abril de 1844, inclinado a aceitar a contemporaneidade do homem americano com animais extintos da fauna cenozóica, ele enviou uma carta ao Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro sob o título de “Novas observações sobre a antiguidade do homem em Lagoa Santa”. Nesta comunicação ele questionava se os resultados fornecidos, principalmente pelos fósseis descobertos na Europa, como no caso da maior parte dos fósseis que Cuvier trabalhou, poderiam ser aplicados indistintamente a qualquer outra parte do Globo. Neste trabalho Lund afirmou que:

Não pode, pois restar dúvida alguma de que a existência do homem neste continente data de tempos anteriores à época em que

¹⁹ Peter Lund interrompeu seus trabalhos em 1845, e logo após enviou à Sociedade Real dos Antiquários do Norte (Dinamarca) um comunicado sobre a antiguidade do homem, *Remarques sur les ossements humains fossiles trouvés dans les cavernes du Brésil*. Nesta ocasião ele despachou para Copenhague dezenas de baús com sua imensa coleção, doando-a ao rei Christian VIII e ao povo da Dinamarca, parciais financiadores de seus trabalhos (Luna Filho, 2007, p. 25). Esta coleção atualmente está exposta no Museu Zoológico da Universidade de Copenhague (*Universitets Zoologik Museum*) sob o nome de *Museum Lundii* (Couto, 1950, p. 10).

acabaram de existir as últimas raças de animais gigantescos, cujos restos abundam nas cavernas deste país, ou, em outros termos, anteriores aos tempos históricos. (Lund, [1844], 1950, p. 493)

Entretanto, em sua comunicação intitulada “Notícia sobre osadas humanas fósseis achadas numa caverna do Brasil (1844)”, Lund permaneceria afirmando, mas de forma menos vigorosa, que “numerosas espécies de animais *parecem* ter desaparecido das classes atuais da criação *depois* da aparição do homem neste hemisfério” (Lund, [1844], 1950, p. 486, grifos nossos).

Peter Lund permaneceu inconcludente sobre a convivência de faunas extintas com as atuais, inclusive o homem e também sobre a antigüidade deste último. Mesmo que seus questionamentos pudessem levar o catastrofismo a uma crise epistemológica, seguiu até o final de seus trabalhos utilizando e defendendo os métodos da Anatomia Comparada cuvieriana e os resultados que ela produzia na elucidação da história do Globo. Aliás, foi utilizando estes métodos cuvierianos, que Lund chegou aos dados que o levaram a questionar a teoria catastrofista de Cuvier, num dos seus pontos mais importantes: a pressuposição de que as faunas extintas e as atuais não poderiam ter convivido.

Muito adequadamente, no último trabalho em que tratou da antigüidade do homem em Lagoa Santa, Peter Lund escreveu que foram os trabalhos de Georges Cuvier que permitiram o real esclarecimento do significado dos fósseis para a elaboração de uma verdadeira história natural. Porém, com relação aos fósseis humanos, dos quais não se esperava encontrar indícios de sua convivência com a fauna extinta, Lund declarou:

Na verdade, a massa de documentos que parecem conduzir a uma conclusão contrária à já exposta vai aumentando todos os dias, e não poucas das primeiras autoridades da ciência se tem inclinado diante da força irresistível dos fatos. (Lund, [1844], 1950, pp. 489-490)

Esta força dos fatos também emanava dos trabalhos de outros naturalistas, tais como Edouard Lartet que, durante sua carreira, descobriu vários fósseis de animais atuais e artefatos humanos em estratos anteriores aos formados pela última revolução. Da mesma forma que Lund, cuvieriano em seu início de carreira, Lartet passou a questionar o catastrofismo. Mas à diferença do naturalista

radicado no Brasil, ele foi transformando seus questionamentos em contestações, chegando a ponto de visionar o dia em que a palavra “cataclismo” fosse riscada do vocabulário geológico (Lartet, 1858, p. 414).

Lartet fez esta declaração, no momento em que a teoria uniformitarista²⁰ de Charles Lyell (1797-1875) recebia forte adesão por parte da comunidade científica envolvida com as questões geológicas. Durante os debates, que se seguiram entre catastrofistas e uniformitaristas, os questionamentos impostos por trabalhos como os de Lund e Lartet, foram determinantes para o obscurecimento da teoria catastrofista (Darwin, 1859, pp. 299-302; Rudwick, 2008, pp. 417-422; Hallam, 1985, pp. 42-59). Como esta não dava conta de explicar a ocorrência de fósseis de faunas extintas nos mesmo estratos geológicos em que se encontravam representantes da fauna atual, a comunidade científica buscou outra base teórica para esclarecer tal anomalia.

O Uniformitarismo de Lyell viria ao encontro desta demanda, carreando consigo a concepção de um tempo geológico mais amplo que o aceito até então. Esta ampliação conceitual do tempo, relacionada ao gradualismo requerido para a atuação lenta e gradual dos agentes transformadores da crosta, também embasou a formulação de teorias evolutivas como a de Charles Darwin. Sua Teoria da Seleção Natural do mesmo modo se baseava num mecanismo agindo gradual e lentamente e não de maneira súbita como ocorreram as catástrofes defendidas pelo catastrofismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERBET-BORN, Mylène. Carste de Lagoa Santa, MG – Berço da Paleontologia e da espeleologia brasileira. Pp. 415-430, *in*:

²⁰ Uniformitarismo: em contraposição ao catastrofismo, esta teoria defende que os fenômenos geológicos transformadores da crosta terrestre, em atuação no presente, são os mesmos que atuaram no passado e que, portanto a configuração geológica atual poderia ser verificada com a observação dos fenômenos geológicos atuantes. Como estes fenômenos não tem caráter catastrófico, demandariam um grande intervalo de tempo para resultarem na configuração geológica atual, pois agiriam de forma lenta e gradual.

- SCHOBENBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBET-BORN, M. L. C. (eds.). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM (SIGEP), 2002.
- BUCKLAND, William. Account of an assemblage of fossil teeth and bones of elephant, rhinoceros, hippopotamus, bear, tiger, and hyaena, and sixteen other animals; discovered in a cave at Kirkdale, Yorkshire, in the year 1821: with a comparative view of five similar caverns in various parts of England, and others on the continent. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. For the year MDCCCXXII: 171-236, 1822.
- . *Reliquiae diluvianae: or observations on the organic remains contained in caves, fissures, and diluvial gravel, and on other geological phenomena attesting the action of an universal deluge*. London: J. Murray, 1824.
- CORREA, Margaret Maria de O.; LOPES, Maria Olimpia G.; CÂMARA, Edeltrudes V. C.; OLIVEIRA, Leonardo C.; PESSOA, Leila Maria. The Karyotypes of *Trinomys mooenji* (Pessoa, Oliveira & Reis, 1992) and *Trinomys setosus elegans* (Lund, 1841) (Rodentia, Echimyidae) from Minas Gerais, eastern Brazil. *Arquivos do Museu Nacional* **63** (1): 169-174, 2005.
- COUTO, Carlos de Paula. *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a Paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.
- CUVIER, Georges. *Discours sur les révolutions de la surface du Globe, et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal*. Paris: E. D'Ocagne, 1830.
- DARWIN, Charles R. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life*. London: Murray, 1859.
- HALLAM, Anthony. *Grandes controvérsias geológicas*. Barcelona: Labor, 1985.
- HOUAISS, Antonio. *Dicionário eletrônico (CD-Rom)*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- KARMANN, Ivo. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. Pp.113-138, *in*: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, Maria Cristina Motta; FAIRCHILD, Thomas Rich e TAIOLI, Fábio (eds.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2001.

- LARTET, Edouard. Sur les migrations anciennes des mammifères de l'époque actuelle. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* **46**: 409-414, 1858.
- LARTET, Edouard. Note sur les ossements des terrains tertiaires de Simorre, de Sansan, etc., dans le département du Gers, et sur la découverte d'une mâchoire de singe fossile. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*. **4**: 85-93, 1837.
- LUNA FILHO, Pedro Ernesto. *Peter Wilhelm Lund: o auge de suas investigações científicas e a razão para o término das suas pesquisas*. [Tese de doutorado em História] São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2007.
- LUND, Peter Wilhelm. Segunda memória sobre a fauna das cavernas [1837]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 131-203, in: COUTO, Carlos de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.
- . Observações sobre as espécies extintas de mamíferos do Brasil [1838]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 252-272, in: COUTO, Carlos de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.
- . Terceira memória sobre a fauna das cavernas [1838]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 207-250, in: COUTO, Carlos de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.
- . Apêndice às observações sobre os animais fósseis do Brasil [1840]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 293-305, in: COUTO, Carlos de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.
- . Quinta memória. As espécies de carnívoros atuais e fósseis nos planaltos centrais do Brasil tropical [1841]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 381-455, in: COUTO, Carlos de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.
- . Sobre a antiguidade do homem em Lagoa Santa [1842]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 457-463, in: COUTO, Carlos

- de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950.
- . Notícia sobre ossadas humanas fósseis achadas numa caverna do Brasil [1844]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 465-488, in: COUTO, Carlos de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950 (a).
- . Novas observações sobre a antiguidade do homem em Lagoa Santa [1844]. Trad. Carlos de Paula Couto. Pp. 489-498, in: COUTO, Carlos de Paula (ed.). *Peter Wilhelm Lund: memórias sobre a paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1950 (b).
- MATTOS, Anibal. *Peter Wilhelm Lund no Brasil. Problemas de paleontologia brasileira*. Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional, 1939.
- MARCHESOTTI, Ana Paula Almeida. *Peter Wilhelm Lund (1801-1880): o naturalista, sua rede de relações e sua obra, no seu tempo*. [Dissertação de Mestrado em História] Belo Horizonte: Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas/Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
- NEVES, Walter A.; POWELL, Joseph F.; PROUS, Andre; OZOLINS, Erick G. e BLUM, Max. Lapa Vermelha IV Hominid I: Morphological affinities of the earliest know american. *Genetics and Molecular Biology* **22** (4): 461-469, 1999.
- PEREIRA, Luiz C. M. *Área de vida e padrões de deslocamento de Brachyteles arachnoides (E. Geoffroy, 1806) (Primates: Atelinae) em um fragmento florestal no município de Castro, estado do Paraná, Brasil*. Curitiba, 2006. Dissertação [Mestrado em Engenharia Florestal] – Universidade Federal do Paraná.
- RUDWICK, Martin. *The meaning of fossils: Episodes in the history of Palaeontology*. Chicago: University of Chicago Press, 1976.
- . *Georges Cuvier, fossils, bones and geological catastrophes. New translations & interpretations of the primary texts*. Chicago: University of Chicago Press, 1997.
- . *Worlds before Adam: the reconstruction of geohistory in the age of reform*. Chicago: University of Chicago Press, 2008.

Experimentos de Lazzaro Spallanzani com um “instrumento minerográfico”: como testar alegada habilidade de uma pessoa detectar depósitos de metais e água subterrânea?

Gerda Maisa Jensen *
Maria Elice Brzezinski Prestes #

Resumo: Neste artigo serão indicadas concepções dos séculos XVI e XVII acerca da “arte divinatória” de encontrar veios subterrâneos de água ou de metais. Em seguida, serão indicados dois casos, do início e do final do século XVIII, que tornaram a então chamada “rbdomancia” um tema de controvertidas investigações, especialmente entre os médicos franceses, que buscaram inscrevê-la entre os fenômenos naturais. Por fim, serão analisados os experimentos planejados e executados pelo naturalista italiano Lazzaro Spallanzani para testar o fenômeno.

Palavras-chave: história da rbdomancia; Spallanzani, Lazzaro.

**Lazzaro Spallanzani’s experiments with a “minerographic instrument”:
how to test the supposed human ability to discover metal and water veins**

Abstract: This article presents the views held in the 16th and 17th centuries concerning the “divinatory art” used to find underground water and mineral veins. We will describe two cases, in the beginning and in the end of the 18th century, which made the so called “rhdomancy” a theme of controversial investigations, mainly among the French doctors. Experiments made by the Italian naturalist Lazzaro Spallanzani will be described, exposing how he planned and executed tests to analyze the phenomenon.

Keywords: history of rbdomancy; Spallanzani, Lazzaro.

* Estudante de Mestrado no Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Rua Ana Aurora Lisboa, 58, CEP 05374-080, São Paulo, SP. E-mail: maisajensen@ig.com.br

Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Edifício André Dreyfus, Rua do Matão, 277, 3º andar, sala 317 A. São Paulo, SP, CEP 05508-90. E-mail: eprestes@ib.usp.br

1 INTRODUÇÃO

Em julho de 1791, o professor de História Natural da Universidade de Pavia, Lazzaro Spallanzani (1729-1799), encontrou-se diante de uma proposta de pesquisa particularmente curiosa. Pierre Thouvenel (1747-1815), inspetor de águas minerais na França, enviou-lhe um camponês de nome Joseph Pennet para o qual atribuía a habilidade de perceber e indicar a existência de metais e água subterrânea em lugares que não contivessem qualquer indício dessa presença na superfície. Thouvenel queria que Spallanzani desenvolvesse experimentos rigorosos que fornecessem evidências da suposta habilidade de Pennet. Spallanzani recebeu Pennet por dois dias em Pavia e submeteu sua alegada habilidade a uma série de experimentos que contaram com o testemunho de estudiosos e também de diversos curiosos dentre a população da cidade. Nesta apresentação, indicaremos quais foram os testes planejados por Spallanzani, seus resultados e conclusões, conforme descreveu em carta a Alberto Fortis (1741-1803), publicada duas vezes naquele mesmo ano. Também serão indicados alguns elementos que compõem o contexto científico do período, indicando que a rabdomancia foi tema de diversas investigações no século XVIII.

2 CONCEPÇÕES ACERCA DA “ARTE DIVINATÓRIA”

O termo “rabdomante” é definido, em 1762, na 4ª edição do *Dicionário da Academia Francesa* como a pretensa adivinhação pela varinha (*Dictionnaire de l'Académie Française*, 4ª ed., 1762, p. 521). Em sua sexta edição, de 1832, o mesmo dicionário substitui o verbete pelo termo substantivo “rabdomancia”, definido então como “meio pelo qual se pretende descobrir as fontes, as minas, os tesouros enterrados etc., tomando pelas duas extremidades uma varinha de aveleira, que enverga ao aproximar-se do objeto procurado” (*Dictionnaire de l'Académie Française*, 6ª ed., 1832-5, p. 551). Na oitava edição, de 1932-5, o dicionário substitui a grafia do termo para “rhabdomancia”, mantendo a mesma definição.

Pelo que se sabe, o uso da varinha bifurcada para encontrar veios subterrâneos de água ou de metais havia sido descrito por Georgius Agricola (1494-1555), em seu tratado de minas e metalurgia, *De re metallica*, publicado em 1556. Indicando que a varinha

com forquilha devia ser cortada, preferencialmente, de uma aveleira crescida sobre um veio, Agricola fornece uma classificação de tipos de varinhas para diferentes fins, como se nota no trecho a seguir.

Outros utilizam diferentes tipos de varinha para cada metal [...], usam varinha de aveleira para localizar prata; varinhas de freixo para cobre; do pinheiro para chumbo e especialmente estanho, e varinhas feitas de ferro e aço para ouro. (Agricola [1556], 1950, p. 39)

Agricola descreve também o modo como as varinhas deviam ser manipuladas: devia-se segurá-la com uma mão em cada uma das duas pontas da forquilha e, então, cerrar os punhos para que as duas pontas se encontrassem; ao mesmo tempo, devia-se apontar a outra extremidade da varinha para o céu. Em seguida, era só andar por regiões montanhosas, pois, ao se pisar sobre um veio, a varinha imediatamente curvava e giraria, revelando a existência do veio subterrâneo (figura 1); caso se removesse os pés do local, a varinha voltaria a ficar imóvel. O movimento da varinha seria causado, segundo relato reunido por Agricola, pelo poder dos veios, e, às vezes, esse poder era tão grande que fazia inclinarem-se, em sua direção, os ramos das árvores da redondeza.

Agricola relaciona duas críticas da época à autenticidade da prática: as causas das contorções dos ramos de árvores onde há veios seriam efeitos de exalações quentes e secas, e não do “poder dos veios”, além de que só ocorria com pessoas que empregavam simultaneamente encantamentos e bruxarias, o que associava a prática à charlatanice. Agricola contrapõe os argumentos dos defensores de que a varinha servia aos seus propósitos, com base em cinco aspectos: o seu tamanho (não poderia ser muito grande), a forma da varinha (tinha que ter uma forquilha), o poder do veio (provavelmente relacionado ao seu tamanho), a manipulação adequada da varinha (segurando-a sem usar força demais ou de menos) e a ausência de peculiaridades impeditivas que poderiam “opor-se” ao poder do veio, uma vez que “qualidades escondidas de um homem enfraquecem ou anulam a força do veio, da mesma forma que o alho enfraquece a força de um magneto” (Agricola, 1950, p. 39). Agricola termina por considerar o assunto controverso entre os mineiros e que merecia ser melhor examinado.



Figura 1. Ilustração do uso de varinhas para localizar veio subterrâneo. Fonte: Agrícola [1556], 1950, p. 40.

Em 1654, o jesuíta Athanasius Kircher (1601/2-1680) em seu *De Arte Magnetica* vai mais longe na crítica às varinhas, dizendo que suas pretendidas “simpatias com certos metais” são quiméricas. Em 1678, no livro *Mundo subterrâneo*, argumenta que um vapor desprendido de um metal não produziria qualquer movimento numa varinha e aqueles que sustentam tal opinião seriam ridículos (Chevreul, 1854, pp. 44-45).

O uso da varinha divinatória com a finalidade de encontrar veios subterrâneos de água ou de minérios atravessou toda a Europa. Um século depois de Agrícola, Pierre Gassendi (1592-1655) e Robert Boyle (1626-1691) estudaram o fenômeno. Boyle procurou explicar a prática invocando a influência daquilo que ele denominava “eflúvios”, uma concepção que estava associada a noções físicas e médicas do período. Contudo, ele duvidou do fenômeno após testar o uso da varinha sem obter sucesso, mesmo quando andando sobre minas (Thorndike, 2003, p. 178).



Figura 2. Retrato de Jacques Aymard. Fonte: *De la baguette divinatoire*, apud Ferran, 1936, p. 228.

Um exemplo de outros usos da varinha tornou-se bastante conhecido na França, no final do século XVII, quando passou a ser empregada para “reconhecer coisas do mundo moral” (Chevreul, 1854, p. 48). Em 1691, nos arredores de Lyon, um assassinato seguido de roubo foi investigado pelas autoridades locais com a ajuda de um camponês, de nome Jacques Aymar, o qual, acreditava-se, era dotado de poderes divinatórios (figura 2). O registro do episódio é o seguinte: ao entrar na adega dos comerciantes assassinados, Aymar sentiu uma perturbação, seguida da “impressão de que precisava partir”. Percorreu a margem do Rio Reno até uma estalagem onde, ao passar perto de uma das mesas, afirmou que ali tinham se sentado três homens e apontou a garrafa que eles utilizaram, informação confirmada pelas crianças do estalajadeiro. A seguir, o vidente, ou rbdomante, levou a polícia até a cidade de Beaucaire onde, uma hora antes, um jovem chamado Arnoul tinha sido preso por roubo. Arnoul negou ter ido a Lyon, mas, levado

pelos policiais de volta até a cidade foi reconhecido por várias pessoas, acabando por confessar o crime e delatando os outros dois comparsas que conseguiram fugir enquanto Arnoul foi condenado (Lynn, 2001, p. 34).

Essa e outras façanhas de Aymar foram muito debatidas na época e geraram diversas publicações¹. Algumas delas além de relatar o fenômeno, procuravam destituí-lo dos traços sobrenaturais, atribuindo-lhe uma causa puramente física. Um médico de Lyon, Chauvin, em carta publicada em 1693, explicava o fenômeno partindo da noção de corpúsculos, como se depreende desta passagem:

Por corpúsculos entendo esses corpos porosos tão pequenos que fogem à vista mais sutil, mesmo quando auxiliada dos melhores microscópios. Não entendo aí os átomos dos antigos, porque os penso divisíveis. A matéria, divisível ao infinito, como cremos, é constante pelas leis do movimento que essa divisão deve produzir uma infinidade de modalidades dessa mesma natureza. É constante que esses corpúsculos escapem pela transpiração; podemos supor então que eles são diferentes do ar puro e da matéria sutil. (Chauvin *apud* Ferran, 1936, p. 239)

Outro médico de Lyon, Jean-Baptiste Panthot (1640?-1707), conselheiro do Rei, atribuía a sensibilidade dos adivinhos ao “magnetismo humano”, e a varinha funcionaria de modo similar à agulha de uma bússola. Panthot também publicou uma carta em que relatava as façanhas de Aymar, além de um *Traité de la baguette*, publicado em Lyon em 1693. Nesse mesmo ano, um terceiro médico da cidade, formado em Montpellier, Pierre Garnier, explicava o fenômeno por meio da teoria corpuscularista associada a concepções médicas sobre a transmissão de doenças por meio de vapores e exalações. Em seu *Histoire de la baguette de Jacques Aymar*, explicava que, sendo formadas por corpúsculos, as pessoas deixavam alguns deles – pequenos, mas muito fortes – atrás de si, quando passavam. O adivinho se concentrava então em captar os corpúsculos ou vapores deixados pelo indivíduo que desejava

¹ Há uma lista de 15 publicações entre 1692 e 1702 em Chevreul, 1854, pp. 58-59.

encontrar. O acesso de febre que acometia o rãdomante era devido à insinuação de corpúsculos acres em seu sangue pela respiração e a febre perdurava até que os corpúsculos se dissipassem novamente (Ferran, 1936, p. 237). Além de febre, os vapores causavam outras reações físicas visíveis no adivinho, como fortes dores de cabeça, fadiga, espasmos musculares, aceleração da pulsação e, eventualmente, até vômitos com sangue. Garnier assim se expressou:

Em todos os lugares por onde passavam os criminosos, restava uma enorme quantidade de corpúsculos expelidos pela transpiração de seus corpos. Esses corpúsculos são muito diferentes de como eram antes do crime, pois as paixões e os diversos movimentos de nossa alma parecem ocasionar grandes mudanças neles.

Que esses corpúsculos sejam de natureza a abalar profundamente o corpo de Aymar, é incontestável. (Garnier *apud* Ferran, 1936, p. 240)

Diversas pessoas encarregaram-se de fazer experimentos e testes com Aymar, inclusive as autoridades de Lyon, o que ocorreu repetidas vezes em casa de nobres, em jardins públicos e privados e, também, nas ruas de Paris. Diversas conclusões sobre essas investigações foram publicadas na França nas páginas do *Mercurie Galant* e do *Journal des Savans*.

No entanto, houve também muitas críticas à prática divinatória com varinha, bem como ao caso de Aymar. Como se poderia supor, o ataque mais forte vinha dos setores religiosos que a identificavam com bruxarias e queriam banir a prática e seus estudos do âmbito da própria igreja. Opinião semelhante à dos médicos Chauvin e Garnier foi a do abade de Pierre Le Lorrain de Vallemont que procurou mostrar que os fenômenos da varinha correspondiam aos do magnetismo e da eletricidade. Vallemont escreveu um tratado de 630 páginas a respeito, publicado em 1696, com o título *Physique occulte, ou Traité de la baguette divinatoire et de son utilité pour la découverte des sources d'eau, des minières*.

Em resposta, o padre do Oratório Pierre Lebrun (1661-1719) fez imprimir em menos de trinta dias uma carta denunciando as “ilusões dos filósofos sobre a varinha e destruindo os seus sistemas”, isto é, suas explicações. O debate estendeu-se a diversos

padres que, como Malebranche, de la Trappe e Pirot, atribuíam, sem hesitação, o movimento da varinha em reação a coisas morais como resultado da intervenção do diabo (Chevreul, 1854, p. 60). Em dezembro de 1701, Bernard le Bovier de Fontenelle (1657-1757), Secretário da Académie royale des Sciences, declara que um novo livro do reverendo Lebrun, *Histoire critique des pratiques superstitieuses qui ont séduit les peuples et embarrasse les savants*, havia sido examinado por um grupo de acadêmicos formado pelo próprio Fontenelle, assim como du Hamel, Gallois, Dodart e de La Hire, concluindo que por meio de argumentos sólidos, o livro estabelecia que as práticas mencionadas eram “puras imposturas dos homens ou deviam ter causas que não podiam ser reportadas como físicas”. A partir dessa publicação oficial, o uso da rabdomancia em procedimentos legais foi claramente freado na França². O livro do abade Vallemont acabou entrando no *index* dos livros proibidos pela inquisição de Roma, em outubro de 1701 (Chevreul, 1854, p. 108).

A despeito disso, Aymar continuou sendo muito solicitado pela sociedade, principalmente, para localização de água e minério. Desse modo, a decisão sobre a veracidade e a causa do fenômeno permaneceu uma questão em aberto (Lynn, 2001, pp. 44-45).

3 THOUVENEL E SEU “INSTRUMENTO MINEROGRAFICO”, PENNET

Nas últimas décadas do século XVIII, o debate reacendeu na França com o aparecimento de um novo indivíduo que se dizia dotado de habilidades rabdomânticas, o camponês Barthelemy Bléton. Em 1782, a capacidade de Bléton com a varinha divinatória foi testada em público, sendo também assistido por membros

² Gottfried Leibniz (1646-1716) conta que ouviu da Duquesa, viúva do Príncipe Jean Frédéric, que ela fez ir a seu castelo Jacques Aimar, de Lyon, esse “mestre famoso da rhabdomancia” e “que se assegurou, após exame atento, que toda a sua arte não passava de ilusão”. Leibniz considera mais importante o que chamou de “problema lógico ou moral”, de como em Lyon “tantas personagens ilustres foram induzidas ao erro”, e que essa questão moral estaria na origem de um grande número de erros populares (Leibniz, 1772, pp. 60-62).

da *Académie des sciences*, que a consideraram mero espetáculo para o povo iletrado. Coincidindo com os anos finais do *Ancien Régime*, os acadêmicos conseguiram impor-se como árbitros legítimos para decidir sobre verdades científicas e consideraram os indivíduos que, como Bléton, se faziam passar por popularizadores da ciência, como charlatões.

Contudo, Bléton obteve importante suporte de alguns membros da elite letrada, como o de Pierre Thouvenel (1745-1815), médico formado em Montpellier e inspetor de águas minerais em Paris. Thouvenel chegou a publicar um livro a respeito, *Mémoire physique et medicinal*, em 1781, explicando o modo pelo qual algumas pessoas apresentariam sensibilidade especial a alterações sutis de eletricidade e magnetismo, caracterizando o que chamava de “eletricismo”, ou “eletricidade mineral”. Nesse livro, Thouvenel descreve também as observações que havia feito sobre a habilidade de Bléton em usar uma varinha para encontrar fontes subterrâneas de água e metal. Thouvenel descreve os espasmos musculares e convulsões de Bléton, assim como indica a velocidade do movimento circular que a varinha apresentava, “trinta a oitenta rotações por minuto”, quando perto de água subterrânea ou de um depósito de minério. Com o intuito de fortalecer seus argumentos, Thouvenel reproduziu nesse livro relatórios e depoimentos que atestariam o sucesso de Bléton.

Ainda que tendo aquecido as discussões, envolvendo acadêmicos e membros da corte e do público em geral³, o livro não indica procedimentos experimentais concretos para o exame da questão (Lynn, 2001, pp. 45-48). Para os críticos do fenômeno⁴, não haveria mesmo nenhum experimento ou procedimento que fosse ca-

³ Bléton tinha o apoio de nobres como Luís XVI e Maria Antonieta, mas, foi o público que o contratava, que testemunhava seus feitos e que estava convencido de sua capacidade de compreender as leis da natureza que o tornou célebre (Lynn, 2001, p. 45).

⁴ Dentre os opositores estavam o astrônomo Joseph-Jerôme Lalande (1732-1802), os matemáticos Henri Decremps (1746-1826) e Gabriel Antoine de Lorthe, o químico Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) (Lynn, 2001, 49). Thouvenel foi duramente criticado também por Benjamin Franklin, Bertholon, Mauduyt e Holbach (Frenza, 2005, p. 4).

paz de corroborar ou refutar a hipótese de Thouvenel. Também afirmavam que as ruas não eram o lugar de testar teorias (Lynn, 2001, p. 45)⁵. Embora não tivessem sido oferecidas evidências de que a atividade de Bléton fosse fraudulenta, as opiniões tenderam a desacreditar dessa prática.

Com os primeiros sinais da revolução francesa, Thouvenel refugiou-se primeiramente na Suíça e em seguida, por alguns anos, na Itália (Frenza, 2005, p. 4). Nessa época, Thouvenel acompanhava as habilidades de outro camponês, de nome Joseph Pennet, que sentia a presença de metais e água subterrâneos com uma varinha divinatória. Em 1791, encontrou-se com Carlo Amoretti (1741-1816), um erudito de destaque na cultura italiana das últimas décadas do século XVIII, que editava um periódico chamado *Scelta di Opuscoli Interessanti nelle Scienze e nelle Artt.* Thouvenel passou a contar com Amoretti na sua empreitada em busca de demonstração da realidade das sensações de seu minerógrafo, “instrumento vivo”, Pennet, capaz de sentir ou de receber os fluidos subterrâneos. Ambos consideravam a rãdomancia um fenômeno natural, sujeita a uma hipótese física razoável e resultado de uma série de verificações empíricas. Tomando-a como “eletricidade mineral”, diziam estar sujeita aos mesmos princípios fundamentais do galvanismo (eletricidade animal) e que Pennet poderia ser considerado um verdadeiro “eletrômetro”, tal como os sapos de Luigi Galvani. Dessa forma, a rãdomancia de Thouvenel e Amoretti tomou parte no debate travado na época entre Galvani e Alexandre Volta sobre a natureza do fenômeno elétrico, mas sem angari-

⁵ No final de maio de 1782, no jardim da Abadia de Santa Genoveva, na presença de uma grande audiência, que incluía alguns membros da *Académie Royale de Science*, como Bertrand Pelletier (1761-1797), Marquês de Condorcet (1743-1794), Charles Bossut (1730-1814) e outros sábios da época, como Benjamin Franklin (1706-1790) e Denis Diderot (1713-1784), Bléton teria conseguido achar, de olhos vendados, fontes e depósitos de minério após longas horas de trabalho. Porém, não conseguiu repetir seus feitos no mesmo local após uma semana, para alegria dos adversários (Lynn, 2001, p. 50).

⁶ Publicado a partir de 1775, passou por mudanças ligeiras no nome e teve os últimos números, de 1804 e 1807 editados exclusivamente por Amoretti (Frenza, 2005, p. 2).

ar muita atenção para a investigação do fenômeno, nem entre galvanistas, nem entre voltistas (Bernardi, 2000, p. 113)⁷.

Thouvenel passou por diversas cidades e vilas italianas, Nápoles, Chiaia, Florença, Romagna, Padua, exibindo a capacidade eletrométrica de Pannet por acreditar que a repetição da experiência conduziria à sua aprovação e neutralizaria as críticas. Ao contrário do que buscava, contudo, a constante exposição de Pannet gerou uma “frente comum de oposição, que pretendia liquidar facilmente com todo o negócio da rãdomancia” (Frenza, 2005, p. 159).

Uma das críticas derivava da incredulidade quanto ao uso da varinha, fazendo com que Thouvenel reconhecesse ter errado ao mencionar o seu uso, pois a varinha conotava símbolo miraculoso como foram o bastão de Moisés ou a varinha de Paracelso (Frenza, 2005, pp. 157-158). Thouvenel quis mostrar que a oscilação da varinha não era nem o único nem o principal evento provocado pelos metais ou águas subterrâneas. Era apenas “uma prova” da reação fisiológica, esta, sim, verdadeiramente “comprobatória da percepção do sensitivo” e que se caracterizava pelo aumento das pupilas e do número de pulsações, além de uma certa agitação ou transtorno físico.

Thouvenel tinha urgência em obter adeptos e daí o seu interesse em submeter Pannet a um dos gênios experimentais mais reconhecidos na Itália da época, o professor de História Natural da Universidade de Pavia, Lazzaro Spallanzani (1729-1799). Spallanzani conhecia o caso desde 1790, por meio de cartas trocadas com o abade Alberto Fortis. Fortis escreveu a Spallanzani contando sobre a surpreendente experiência realizada em Romagna pelo rãdomante Pannet e guiada por Pierre Thouvenel, convidando Spallanzani a interessar-se pela pesquisa do fenômeno. Spallanzani respondeu dizendo-se interessado em receber os dois franceses

⁷ Enquanto esteve na Itália, Thouvenel publicou, em 1792, *Recueil de mémoires concernant l'électricité organique et l'électricité minérale: d'après des expériences faites en Italie et dans les Alpes depuis 1789 jusqu'en 1792* e, em 1802, *La guerre di dieci anni: raccolta polemico-fisica sull'elettrometria galvanico-organica. Parte italiana-parte francese*. Amoretti publicou no periódico então denominado *Opuscoli scelti sulle scienze e le arti*, em 1803, uma “Breve storia del galvanismo” e, em 1808, um livro intitulado *Della raddomanzza ossia elettrometria animale. Ricerche fisiche e storiche*.

em Pavia. Efetivamente, os dois lá estiveram, mas Spallanzani considerou a experiência realizada insatisfatória. Em 04 de julho de 1791, o próprio Thouvenel escreveu uma carta a Spallanzani, dizendo que enviaria novamente, para uma estada de dois dias em Pavia, o seu “instrumento minerográfico”, Pennet (Di Pietro, 1988, p. 78). Em 13 de julho de 1791, nova carta de Spallanzani a Fortis já relata as experiências efetuadas nos dias 7 e 8 daquele mês em Pavia. Indicando a relevância do tema e da pesquisa, Spallanzani fez publicar essa carta duas vezes, em 1791. A “*Lettere al Signor Abate Fortis sugli sperimenti fatti da Pennet in Pavia*” apareceu no *Nuovo Giornale Enciclopedico d'Italia* (republicada em dois dos volumes da *Edizione Nazionale di Lazzaro Spallanzani*, de 1985 e de 2001), bem como, em francês, com algumas variações e com data de 14 de julho de 1791, publicada nos *Opuscoli Scelti sulle Scienze e sulle Arti* de Milão⁸. Neste trabalho, as duas versões da carta, do dia 13 e do dia 14, foram comparadas e utilizadas nas citações que se seguem.

4 AS OBSERVAÇÕES E EXPERIMENTOS REALIZADOS POR SPALLANZANI

A primeira atitude de Spallanzani foi a de solicitar que as experiências dos dias 7 e 8 de julho de 1791 fossem testemunhadas por alguns “célebres colegas” da Universidade de Pavia, Carminati, Malacarne e Cremani, além de “numerosas outras pessoas respeitáveis e esclarecidas, tanto de Pavia quanto forasteiros” (Spallanzani, 1985, p. 409).

4.1 Experiências sobre a localização de depósitos de água

A primeira experiência foi feita na manhã do dia 7. Pennet foi levado a um local que não possuía qualquer sinal exterior nem qualquer barulho que pudesse lhe fazer presumir a existência de

⁸ A carta foi também traduzida ao francês e publicada em Paris em 1802, nas *Memoires pour servir à l'histoire naturelle... de l'Italie* de Alberto Fortis, vol. II, p. 198. A versão da carta publicada nos *Opuscoli* de Milão, reaparece, no século XX, no vol. 3 da *Opere di Lazzaro Spallanzani*, de 1934, e no vol. 4 de *Lazzaro Spallanzani: Epistolario*, editado por de Benedetto Biagi e Dino Prandi entre 1958-1964.

canais subterrâneos de água e indicou, sem errar, dois canais subterrâneos. A segunda experiência foi feita no pátio da Universidade de Pavia, em terreno plano sob o qual existia um aqueduto. Desta vez Pennet não conseguiu descobri-lo e justificou não ter sentido nenhuma impressão sobre seu corpo provavelmente devido à escassez da água no local – ao que Spallanzani acrescenta que, de fato, no verão forte como o daquele ano, a água subterrânea realmente tinha seu volume bastante reduzido. Para assegurar-se, fizeram uma terceira série de “experiências hidrocópicas”, desta vez em localidades sob as quais passavam canais sempre bem cheios. Pennet “marcou bem a localização precisa da passagem d’água, assim como indicou exatamente a direção de seu curso” (Spallanzani, 1791, p. 146). Além disso, Spallanzani relata que todos os assistentes viram que logo que teve seus pés sobre o local em que a água corria no subterrâneo,

Pennet entrou em convulsão; os batimentos de seu pulso tornaram-se muito rápidos, as pupilas de seus olhos se dilataram e a vara, ainda que fina e flexível, virou-se em seus dedos. (Spallanzani, 1791, p. 146)

Satisfeita a curiosidade dos investigadores em torno da água, restava realizar as experiências sobre a localização de metal escondido debaixo da terra.

4.2 Experiências sobre a localização de depósitos de ferro

Spallanzani transcreve um parágrafo da carta de Thouvenel, na qual advertia sobre a ocorrência de falhas no “instrumento mineirográfico” devido à pouca ação elétrica quando fosse pequena a quantidade de minério subterrâneo. As diversas causas dessa falha ele atribuía à “incerteza da sensação, quando é muito fraca, ou a variações das atmosferas elétricas de cada depósito metálico subterrâneo” (Thouvenel *apud* Spallanzani, 1985, p. 409). Também recomendava Thouvenel que fossem feitas experiências sobre depósitos metálicos de no mínimo 5 a 600 libras, de chumbo, cobre ou ferro, o que permitiria ver os dois movimentos opostos da varinha: de fora para dentro sobre os depósitos de cobre ou chumbo e de dentro para fora sobre depósitos de ferro ou de água.

Spallanzani afirmou que usou apenas o ferro porque não pôde acumular as quantidades de cobre ou de chumbo indicadas por Thouvenel. A nova experiência teve início na madrugada do dia 08 de julho. Sem que Pennet soubesse de nada, Spallanzani mandou que três serviçais enterrassem a um pé de profundidade, no pátio da Universidade, que media cerca de 250 pés, quatro grandes bigornas de ferro reunidas, cujo peso ultrapassava a mil libras italianas. No dia 8, as 10:30 da manhã, Pennet foi conduzido ao local, esperado por uma multidão de espectadores. Andou lentamente e circunspecto pelos diferentes pontos do pátio, onde havia vários montes de terra agrupados em diferentes lugares (uma artimanha preparada por Spallanzani para “enganar” Pennet). Depois de ter percorrido todos os lugares e ter virado em todos os sentidos, aproximou-se do local em que as bigornas estavam enterradas, mas não parou. Deu mais alguns passos e então voltou. Saiu de novo em seguida, sentou-se num banquinho e, com uma fisionomia alegre e risonha, disse ter encontrado o depósito metálico. Levantou-se em seguida, voltou ao local, parou e pronunciou que a massa de ferro enterrada estava precisamente sob seus pés. Nesse momento, Spallanzani assim retratou Pennet:

Víamos os movimentos convulsivos e a varinha girando em suas mãos; enfim ele nos deu um espetáculo com os mesmos sinais que tinha dado sobre os canais subterrâneos. (Spallanzani, 1791, p. 151)

O acerto de Pennet incitou ainda mais a curiosidade de todos, e aumentou o público para novo experimento, desta vez no horto do Convento Agostiniano, como relata Spallanzani:

O eco do sucesso da primeira tentativa passou rapidamente de uma vila a outra, e houve uma afluência imensa de espectadores, e tornou-se indispensável colocar guardas na entrada para conter as pessoas. (Spallanzani, 1791, p. 152)

O jardim possuía cerca de 100 pés de comprimento por 6,5 pés de largura e não deixava entrever que parte havia sido escavada ou remexida. Desta vez, Pennet errou por um pé de distância o local onde as bigornas haviam sido enterradas, mas Spallanzani atribuiu o erro à concentração do ferro. Ele viu que uma das pessoas que havia enterrado as bigornas, que parecia querer que Pennet “fizes-

se má figura”, desacatou a sua orientação de colocar as bigornas bem reunidas e as havia enterrado uma atrás da outra, em linha reta. Julgando necessário refazer a experiência, Spallanzani ordenou a todos que saíssem do horto e as bigornas foram enterradas novamente. Voltaram todos, “o mágico” entre eles. Andando até dois terços do comprimento do horto, voltou-se e pronunciou estas palavras: “sob os meus pés está o ponto central da massa de ferro” e foi bem exato em localizá-lo (Spallanzani, 1791, p. 154).

Spallanzani menciona ainda ter feito o que julgava necessário para “descobrir se o segredo de Pannet era verdadeiro ou falso”. Fez que “o mágico andasse por um terreno em que nenhum depósito tivesse sido escondido”, para verificar se ali ele não mostraria sensibilidade. “Queríamos lhe dar uma indicação falsa para ver se ele entraria em convulsão, se indicaria um depósito escondido onde nada havia” (Spallanzani, 1791, p. 154).

Em seguida, Spallanzani enumera alguns cuidados que foram tomados sobre o rigor das experiências, dizendo ser a última, realizada no horto, a mais importante por ter tido “testemunhas suficientes”, compreendendo quase a metade da população de Pavia; também porque ninguém, a não ser o Padre Carcano e os três trabalhadores, viu o local onde o ferro foi enterrado, pois todos foram retirados do interior do jardim; ainda porque Spallanzani manteve-se junto a Pannet todo o tempo e quando o fez entrar no jardim não permitiu qualquer contato com os três trabalhadores; e, finalmente, porque se assegurou de que o terreno estivesse bem nivelado e a areia bem espalhada de modo a não deixar sinal de onde havia sido feito o buraco. Ao final, Spallanzani relatou ainda que um dos espectadores tendo levantado a possibilidade de Pannet ter escondido algum imã (ao que Spallanzani acrescenta que tal pessoa parecia ignorar que ele também encontrava água e não apenas ferro), este não temeu em tirar a dúvida: para a última localização que fez do ferro enterrado no jardim, despiu-se de toda a roupa e sapatos, na frente de todos!

4.3 Considerações metodológicas e conclusões de Spallanzani sobre as experiências

Terminado o relato, Spallanzani se pergunta: “o que deveríamos, então, concluir? Que este jovem possuía verdadeiramente uma disposição natural em seu corpo, e sentia a água, as jazidas de

metais e de betume subterrâneos etc.?” (Spallanzani, 1985, p. 412).

Embora admitindo-as sedutoras – e o tom geral do relato deixa mesmo entrever certo entusiasmo com esse “fato de natureza surpreendente e, por conseqüência, de grande relevância” – ao concluir a carta, Spallanzani prefere ser cauteloso dizendo que as experiências não lhe pareceram demonstrativas.

Apesar das precauções, considerou que as experiências não estariam totalmente protegidas de tramóias. Spallanzani argumentou que seria possível supor que Pennet tivesse vindo, antes, incógnito a Pavia e tivesse conhecido os locais onde se acham os canais de água subterrânea, ou que poderia ter tido acesso a essa informação mesmo sem visitar a cidade. Em relação aos experimentos para localizar o ferro enterrado, também era possível supor que Pennet tivesse subornado os três trabalhadores e que estes, embora não estivessem presentes, lhe teriam dado a conhecer o local onde estavam as bigornas, ou com sinais combinados, ou com sinais colocados na terra que não fossem visíveis aos olhos da assistência.

Outra consideração feita por Spallanzani diz respeito à possibilidade de que Pennet, assim como outros antes dele, tenha provocado ou falseado os movimentos convulsivos de seu próprio corpo e da varinha⁹. Assim, concluiu que essas suposições não eram impossíveis e que seria mesmo “necessário ter eliminado toda possibilidade do contrário” antes de dar um consentimento absoluto à prática do rbdomante (Spallanzani, 1791, p. 212). Lembra que seria difícil excluí-las uma vez que Pennet estivera em Pavia por duas vezes anteriormente, que havia conversado com diversas pessoas antes de encontrar consigo, e que se hospedara em local acessível a tudo e todos, no Albergue Reale.

Com essas considerações em vista, Spallanzani descreveu então como deveria ser feita uma experiência que poderia ser considerada realmente conclusiva. Ele mesmo levaria Thouvenel e Pennet

⁹ Neste aspecto, podemos dizer que faltou a Spallanzani questionar o fato de que os movimentos da varinha e do corpo não ocorriam todas as vezes que Pennet passava por cima dos depósitos, mas apenas quando o rbdomante tivesse *decidido* anunciar a descoberta (Parea, 2001, p. 492).

de volta a Milão, pela via de Como, onde separaria Pennet de seu companheiro Thouvenel. Conduziria, então, Pennet a Milão, onde o manteria sozinho e bem vigiado num pequeno apartamento do qual ele mesmo, Spallanzani, guardaria a chave. Ele mesmo, então, conduziria Pennet a lugares em que houvesse água subterrânea e também onde teria feito enterrar, anteriormente, depósitos metálicos. Encarregaria outra pessoa de enterrar o ferro, para que o próprio Spallanzani não soubesse onde estariam, de modo a eliminar suspeitas acerca da relação de Spallanzani com os franceses. Spallanzani conta já ter combinado com Amoretti, de Milão, para que este o ajudasse, levando Pennet aos depósitos metálicos da cidade bem como das montanhas da região.

Um aspecto interessante do ponto de vista do poder que Spallanzani costumava atribuir ao método empírico como garantia de decidir sobre a verdade dos fenômenos observados, é que, neste caso, fugindo às suas crenças corriqueiras, ele expressa certa dúvida quanto ao poder de persuasão sobre as pessoas. Ao mencionar a presença de testemunhas nos procedimentos experimentais, diz haver, entre algumas que estavam favoravelmente prevenidos, mesmo sem jamais ter visto Pennet em ação; que a maioria estava disposta a não acreditar em nada e que não havia um único indiferente. Sobre as conclusões dessas pessoas, Spallanzani assim se expressou:

As prevenções contra ou a favor têm a sua origem no que cada um tenha lido ou ouvido falar, de bem ou de mal, sobre esses prodígios. Os primeiros aplaudiram os resultados de Pennet e ficaram persuadidos; bem poucos mudaram de opinião e em geral continuaram a acreditar. Havia um sábio distinto que parecia ter uma aversão tão grande contra o bom Pennet que, apesar de minhas solicitações, recusou-se a assistir as sessões. Para esse não há dúvida de que, mesmo que tivesse consentido em assistir, mesmo que tivesse testemunhado uma experiência decisiva, e da classe que Bacon chamaria *experimentum crucis*, ele teria saído igualmente incrédulo. Uma outra testemunha, que se declarara antes como refratário, consentiu em presenciar as tentativas e no final, indagado sobre o que lhe parecera, ele não me respondeu com mais do que um levantar de ombros. O Sr. percebe bem que uma credulidade muito fácil e um pirronismo excessivo são igualmente contrários ao avanço da ciência; e eu não sei que grau de confian-

ça podemos ter quanto às obras dessas duas espécies de sábios. (Spallanzani, 1791, p. 214)

Spallanzani finalizou a carta insistindo sobre a necessidade de se renovarem as experiências com todo o rigor, para que a verdade triunfasse no final. Em se tratando “de fatos tão estranhos e de aparência tão paradoxal”, julgava necessário tomar medidas as “mais impertinentes” e de levantar toda a desconfiança que a razão pudesse permitir (Spallanzani, 1985, p. 413).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Spallanzani investigou um fenômeno controvertido, subordinado à virtude moral do próprio “objeto” observado, no caso, o “instrumento minerográfico” Sr. Pannet, um ser humano que se pretendia capaz de perceber os fluidos emanados por minérios e água subterrânea. Embora a sua carta a Fortis, publicada em 1791, tenha nos parecido um misto de entusiasmo e cautela, o fato é que algum tempo depois, em nova carta a Fortis, considerou o assunto “sonho de enfermos e loucura de romance”.

A mudança de postura talvez tenha sido decorrente dos acontecimentos subsequentes. Em alguns meses, multiplicaram-se as notícias sobre experimentos negativos com Pannet, aumentando as suspeitas sobre a honestidade do rãdomante francês. Spallanzani também se viu acusado de *faciloneria* (credulidade) de juízo senão mesmo de desonestidade científica. Em janeiro do ano seguinte, escreveu a Fortis:

É verdade que o Sr. e eu escrevemos com a maior cautela acerca daqueles experimentos de Pannet. Porém, o Sr. não acreditaria em quantas pessoas, em Milão e Pavia, pensaram que, de olhos fechados, haviam dado acolhimento a tais tentativas. (Spallanzani, 1985, 410)

O tema acabou por marcar um dissenso em meio à correspondência, de resto amigável, entre Spallanzani e Fortis (Silvestri, 1982, p. 312). Mas o tema permaneceu presente nas cartas de Spallanzani com Fortis, Thouvenel e Amoretti, bem como entre diversos outros autores, por mais alguns anos.

Lucia de Frenza, analisando a amplitude da controvérsia na Itália entre os anos 1790 e 1816, considerou-a fomentada pelo con-

fronto entre a ciência oficial, praticada pelos membros das universidades, e os esforços dos que se encontravam à margem da cultura não institucionalizada. Felice Fontana, Alexandre Volta e Moscati e Spallanzani se fechavam em torno de uma interpretação da investigação científica que pressupunha a refutação de opiniões que não fossem sustentadas por pressupostos rigorosos. Afinal, a teoria de Thouvenel não se baseava em instrumentos verificáveis, mas em um fenômeno sentido por um indivíduo, não mensurável e que não fornecia resultados comparáveis e quantitativamente representativos, mas qualitativos e que podiam nascer de mentiras e fraudes (Frenza, 2005, p. 183).

No início do século XIX, Thouvenel retornou à França, onde voltou a ocupar cargo no governo. Pernet continuou a oferecer consultas para achar água e minerais. A controvérsia arrefeceu na Itália, mesmo porque seus protagonistas, Lorgna, Spallanzani, Fortis e Fontana faleceram. Amoretti continuou a se ocupar do fenômeno, realizando outras experiências e reescrevendo em detalhe a crônica de toda a controvérsia na sua obra *Della raddomanzia* publicada em 1808.

AGRADECIMENTOS

Gerda Maisa Jensen agradece apoio da bolsa de Mestrado fornecida pela Capes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICOLA, Georgius. *De re metallica*. [1756]. Trad. Herbert Clark Hoover & Lou Henry Hoover. New York: Dover, 1950.
- BERNARDI, Walter. The controversy on animal electricity in eighteenth century Italy: Galvani, Volta and others. Pp. 101-114, *in*: BEVILACQUA, Fabio & FREGONESE, Luigi (ed.). *Nova Voltiana. Studies on Volta and his Times*. Milano: Hoepli, 2000. Disponível em:
<http://ppp.unipv.it/Collana/Pages/Libri/Saggi/NuovaVoltaana_PDF/quattro.pdf>. Acesso em junho de 2008.
- CHEVREUL, M.-E. *De la baguette divinatoire, du pendule dit explorateur et des tables tournantes, au point de vue de l'histoire, de la critique et de la méthode expérimentale*. Paris: Mallet-Bachelier, 1854.

- DICTIONNAIRE DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE. 4^a. ed. Paris: Chez la Vve B. Brunet, 1762; 6^a ed. Paris: Imprimerie et Librairie de Firmin Didot Frères, 1835; 8^a ed. Coulommiers/Paris: impr. Brodard/Hachette, 1932-1935. Disponível em: <<http://portail.atilf.fr/dictionnaires/index.htm>>. Acesso em junho de 2008
- DI PIETRO, Pericle (ed.). *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte prima. Carteggi. Volume decimo. Carteggi con Sperges... L. Vallisneri. Modena: Mucchi, 1988.
- FERRAN, Come. Les médecins de Lyon et la baguette divinatoire au XVII^e siècle. *Bulletin de la Société Française d'Histoire de la Médecine* **30**: 225-243, 1936.
- FRENZA, Lucia de. *I sonnambuli delle miniere: Amoretti, Fortis, Spallanzani e il dibattito sull'elettrometria organica e minerale in Italia (1790-1816)*. Firenze: Olschki, 2005.
- LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. *Esprit de Leibnitz, ou Recueil de pensées choisies, sur la religion, la morale, l'histoire, la philosophie, etc.* Tome 2, extraites de toutes ses oeuvres latines et françaises [par J.-A. Émery]. Lyon: Jean-Marie Bruyot, 1772. Disponível em: <<http://gallica2.bnf.fr>>. Acesso em junho de 2008.
- LYNN, Michael R. Divining the Enlightenment. Public opinion and popular science in Old Regime France. *Isis* **92**: 34-54, 2001.
- MARTINS, Roberto Andrade. La natureza de la pseudociencia: algunas consideraciones sobre el estudio de fenómenos inexistentes. Pp. 317-328, in: CARACCILO, Ricardo O.; LETZEN, Diego. (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajo de las XI Jornadas*. Vol 7. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Filosofía y Humanidades, 2001.
- PAREA, Gianclemente. Lettera del sig. Ab. Spallanzani al sig. Ab. Fortis. Pp. 491-492, in: *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Ed. Pericle di Pietro. Parte quarta, volume Quinto. Modena: Mucchi, 2001.
- SILVESTRI, Daniela. I rapporti tra Lazzaro Spallanzani ed Alberto Fortis. Pp. 305-317, in: MONTALENTI, Giuseppe & ROSSI, Paolo, (eds.). *Lazzaro Spallanzani e la biologia del Settecento: teorie, esperimenti, istituzioni scientifiche: atti del Convegno di*

- studi: Modena, Scandiano, Pavia, Reggio Emilia, 23-27 marzo 1981.*
Firenze: Olschki, 1982.
- SPALLANZANI, Lazzaro. Lettere al Signor Abate Fortis sugli esperimenti fatti da Pennet in Pavia. *Opuscoli Scelti sulle Scienze e sulle Arti*, **14**: 145-153, 1791.
- . Carteggi com Fortis. Pp. 408-413, in *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Ed. Pericle di Pietro. Parte prima, Carteggi. Volume Quarto, Carteggio com Comparetti... Fortis. Modena: Mucchi, 1985.
- . Lettere al Signor Abate Fortis sugli esperimenti fatti da Pennet in Pavia. Pp. 326-332, in: *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Ed. Pericle di Pietro. Parte quarta, volume quinto. Modena: Mucchi, 2001.
- THORNDIKE, Lynn. *History of magic and experimental science, part 13*. [1923]. Whitefish, MT: Kessinger, 2003. Disponível em: <<http://books.google.com>>. Acesso em julho de 2008.
- VALLEMONT, Pierre Le Lorrain de. *La physique occulte, ou traité de la baguette divinatoire*. Amsterdam: Adrian Braakman, 1696. Disponível em: <<http://books.google.com>>. Acesso em junho de 2008.

Unidad de tipo y degeneración en la *Historia Natural* de Buffon

Gustavo Caponi *

Resumen: En la *Historia natural* de Buffon, la semejanza general de los animales y sus diferencias más importantes, se explican por los principios generales y las condiciones particulares que rigieron su constitución. En algunos casos, es verdad, la *filiación común* y la *degeneración* explicarían esas semejanzas y esas diferencias estructuralmente secundarias que pueden ser encontradas entre los miembros de una familia derivada de una misma especie originaria. Sin embargo, en el sistema de Buffon, ese *transformismo limitado* es sólo una simple hipótesis secundaria destinada a completar un modo de entender la historia de la vida que, aunque puramente materialista, prescinde del *árbol de la vida* concebido por Darwin y de la *marcha de la naturaleza* imaginada por Lamarck.

Palabras clave: Buffon, Georges Louis Leclerc; degeneración; filiación común; unidad de tipo.

Unity of type and degeneration in Buffon's *Natural History*

Abstract: In Buffon's *Natural history*, the general resemblance of the animals and their most important differences must be explained by the general principles and the particular conditions that ruled their constitution. In some cases, certainly, the unity of descent and the degeneration could explain these resemblances and these structurally secondary differences that can be found among the members of a family derived from the same original species. Nevertheless, in the system of Buffon, this limited transformism is just a secondary hypothesis destined to complete a way of understanding the history of the life that, although purely materialistic, does not need the tree of the life conceived by Darwin or the march of the nature imagined by Lamarck.

Keywords: Buffon, Georges Louis Leclerc; degeneration; unity of descent; unity of type.

* Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476, 88010-979 Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: caponi@cfh.ufsc.br.

1 INTRODUCCIÓN

Una lectura no del todo desatenta de “De la degeneración des animales” (Buffon, 1766, pp. 311-376), podría llevarnos a pensar que en la historia natural buffoniana, al igual que en la historia natural darwiniana, la *unidad de tipo* se explica por *filiación común* y las diferencias se explican por las influencias del ambiente: por *degeneración* en el primer caso; y por *selección natural* en el segundo (cf. Darwin, 1859, pp. 205-206). La idea de que casi todas las especies de *cuadrúpedos* pueden ser clasificadas en veinticinco familias, cada una de las cuales se habría constituido por la degeneración de una especie originaria (cf. Roger, 1989, p. 435), parece, en efecto, confirmar esa presunción. El reno, el ciervo y el caribú se parecen, diríamos, porque ellos simplemente son *alces degenerados* por los efectos del clima y de la alimentación acumulados a lo largo generaciones; y es esa influencia de los modos y las condiciones de vida, la *degeneración*, lo que explicaría las diferencias entre ellos.

Sin embargo, aunque sea cierto que, para Buffon, las diferencias entre las *especies* de una misma familia de animales debían ser explicadas como resultado de la *degeneración*, sería un error concluir que, para él, sus semejanzas debiesen ser explicadas por el simple hecho de que todas esas especies comparten un ancestro común. En la historia natural buffoniana, la *unidad de tipo*, incluso en el caso de las especies que componen una misma *familia*, tiene una explicación anterior, más general y fundamental, que ésta; y es esa explicación, que examinaremos en la segunda sección de este trabajo, la que también permite entender por qué, animales que no comparten ningún ancestro, presentan semejanzas tan notables como las que de hecho presentan.

Por otro lado, también sería un error pensar que la degeneración sea para Buffon la principal causa de las diferencias morfológicas entre los animales: su confianza en el poder transformador de las condiciones de vida era, como lo veremos a continuación, demasiado escasa como para permitirle concebir esa posibilidad. Para explicar dichas diferencias, su sistema apelaba a la teoría sobre el origen de las formas vivas que también daba razón de la *unidad de tipo*.

2 DEGENERACIÓN

En los escritos de Buffon, el primer atisbo de un pensamiento *transformista* puede encontrarse en el artículo “El asno” que integraba el cuarto tomo de la *Historia natural* aparecido en 1753. Allí, después de considerar la posibilidad de que ese animal no fuese más que un caballo *degenerado* por los efectos del clima y la alimentación acumulados a lo largo generaciones, Buffon ([1753a], 1868, p. 35-36) no sólo formula y afirma, con toda claridad, aquello que, casi ochenta años más tarde, Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1830, p. 155) llamaría la *ley de la unidad de composición orgánica*; sino que también nos dice que la existencia de ese *diseño primitivo y general* compartido por todos los animales, incluido el hombre, *podría* hacer pensar que “todos los animales derivan de un único animal que, con el transcurso del tiempo, produjo, al perfeccionarse y al degenerar, todas las razas de los otros animales”.

Sin embargo, y aun sin mediar ningún cuestionamiento de la existencia de ese *diseño común*, que Buffon (1766, pp. 1-42) retomará en su “Nomenclatura de los simios”, las conjeturas *transformistas* son ahí mismo descartadas, aduciéndose que “es sabido por revelación que todos los animales participaron por igual de la gracia de la creación” y que “todas las especies surgieron completamente formadas de las manos del creador” (Buffon [1753a], 1868, p. 35). Pero, ya en 1761, en el final del artículo sobre los “Animales comunes a los dos continentes”, que integraba el noveno tomo de la *Historia Natural*, las convicciones *fijistas* de Buffon parecen menos sólidas (Cherni, 1998, p. 99; Martins, 2007, p. 405). Allí, la inextricable mixtura de diferencias y semejanzas que existen entre algunos animales de América y otros del *Viejo Continente*, lo llevan a pensar en la posibilidad de que los primeros sean sólo formas *desnaturadas* de los segundos (Buffon, 1761, p. 127).

Es, con todo, en 1766, en el ensayo “De la degeneración de los animales”, que integraba el decimocuarto tomo de la *Historia natural*, que Buffon (1766, pp. 311-374) se atreverá a asumir, de modo explícito y directo, un cierto *transformismo limitado* que, doce años después, en *Las épocas de la naturaleza*, sería *complementado* por una teoría audazmente materialista sobre el origen de la vida (Buffon [1778], 1988). Esta teoría, sin embargo, lejos de propiciar una

radicalización de ese transformismo, ponía en evidencia que, para Buffon, esa alternativa estaba vedada. Para él, las condiciones bajo las cuales los seres vivos desarrollan sus existencias, podían explicar cómo las diferentes especies que componen los distintos géneros de animales se habrían formado a partir de la *degeneración* de una especie originaria; pero, tanto la constitución de esas múltiples cepas primigenias, como el origen de aquellas otras especies nobles o aisladas que resultaban inmunes a la degeneración, era algo que sólo podría explicarse por súbitos procesos de *generación espontánea*.

Buffon no pudo llegar a concebir el árbol de la vida consagrado por Darwin, ni pudo imaginar el tránsito *del infusorio al hombre* postulado por Lamarck. Aun atreviéndose a conjeturar una explicación puramente materialista para el origen de la vida, y aun habiendo llegado a entrever los perfiles que podría tomar un *transformismo radical*, Buffon no ensayó ese paso. La degeneración explicaba cómo, a partir de la pantera, pudieron surgir el puma, el guepardo y el yaguareté; o, cómo, a partir del lobo, pudieron surgir el perro y el chacal. Pero, ese modo genealógico de pensar los géneros no podía ir más lejos: para Buffon no era posible postular un ancestro común a ambos grupos; y esa imposibilidad se extendía a todas las familias y a todas las *especies aisladas* individualizadas en “De la degeneración de los animales”.

Algo le impedía aceptar esa posibilidad; y no creo que haya sido la renuencia a transgredir un dogma religioso: si así fuese, Buffon tampoco había formulado su teoría sobre el origen de la vida. Creo, por el contrario, que el obstáculo que le cerraba el paso hacia un *transformismo radical* no debe ser buscado en otro lugar que en el interior del propio sistema de ideas que lo llevaron hasta ese *transformismo limitado* de 1766. Pienso, en efecto, que la principal limitación del transformismo buffoniano es interna a la idea de *degeneración*; y obedece, sobre todo, a la propia teoría de la reproducción que le sirve de base.

Esta última, al considerar que todo el organismo, y cada una de sus partes, constituyen el molde de los nuevos individuos a ser engendrados (Buffon, 1749, pp. 18-53; Flourens, 1850, pp. 63-67), hacía de la reproducción un mecanismo por medio del cual, las modificaciones sufridas por el viviente a lo largo de su existencia, podían ser transmitidas a su progenie (Buffon, 1766, p. 322); y era

eso, claro, lo que permitía considerar a la degeneración como una acumulación transgeneracional de tales modificaciones. Pero, al mismo tiempo, y justamente por el hecho de considerar que la conformación del nuevo ser se explicaba exclusivamente por la conformación de sus progenitores, esta teoría sólo admitía como causa de modificaciones a esos factores que, como el clima y la alimentación, podían incidir en la constitución de los organismos individuales responsables de la procreación; y era esto lo que, al limitar al extremo la posibilidad de explicar cualquier invención o novedad morfológica, impedía también el paso hacia una radicalización del transformismo.

Puede decirse, por eso, que la idea de degeneración, que aparentemente casi dejó a Buffon en el liminar del evolucionismo decimonónico, se basaba en una hipótesis que, al mismo tiempo, no le permitía franquear el umbral que más tarde, por distintas vías y con suerte diversa, Lamarck y Darwin habrían de transponer. Pero Buffon, como lo muestra su texto de 1766, no ignoraba esa limitación; y creo que fue precisamente para remediarla que propuso la teoría sobre el origen de la vida presentada en *Las épocas de la naturaleza*.

Debemos comprender, en primer lugar, que la relativa estabilidad que Buffon ([1753b], 2007, p. 528) le adjudica al tipo original de cada *especie mayor*, o de cada género producido por la degeneración de una especie primigenia, no adviene del hecho de que el mismo sea considerado como una suerte de arquetipo platónico ajeno a los avatares del mundo natural. Para Buffon (1765, p. vii) ese prototipo no es otra cosa que el propio cuerpo de aquellos primeros individuos de una especie o género que, según su teoría sobre el origen de la vida de 1778, se habrían originado por súbitos, pero nada milagrosos, procesos naturales de amalgamamiento de moléculas orgánicas cuya existencia, a su vez, también podía ser explicada por la mediación de causas naturales; y, si ese molde puramente natural tiende a mantenerse, es porque las influencias del clima y de la alimentación son insuficientes para alterar sus perfiles de una forma demasiado drástica. Aunque el proceso de degeneración pueda ser acumulativo y progresivo, el mismo tiene un límite bastante obvio: ningún organismo puede transmitir a su descendencia cambios que él no haya padecido y que, además, él no pueda sobrellevar hasta el momento de reproducirse.

Los cambios que la degeneración es capaz de producir en las formas vivas pueden ser, a lo sumo, una acentuación progresiva de cambios morfológicos que sobrevienen en un organismo individual sin que eso implique su propia aniquilación. Éstos cambios son, por eso, bastantes limitados: los más obvios son cambios de peso y de tamaño, la atrofia o hipertrofia de algunas estructuras anatómicas particulares, cambios de color o de comportamiento, mayor o menor crecimiento del pelaje y la aparición de algunas deformaciones. Y, si aceptamos las hipótesis más osadas de Buffon sobre el modo en que las moléculas ingeridas pueden afectar la forma del viviente, podemos agregar a esa lista la modificación en la constitución de ciertos tejidos y el surgimiento de estructuras *secundarias y accidentales* como los cuernos de los ciervos (Buffon [1756], 2007, p. 722). Nunca, por más que forcemos nuestra imaginación, podemos llegar a concebir que esos procesos puedan afectar, ni siquiera de forma insipiente, la estructura fundamental de un organismo. Esos cambios afectan estructuras preexistentes; pero no crean siquiera los rudimentos de nuevas estructuras que presenten un mínimo grado de importancia organizacional.

Pero esta incapacidad de producir innovaciones en su propia estructura de la que padecen los organismos individuales, también limita su margen para tolerar la desaparición, e incluso la mera atrofia, de algunas estructuras preexistentes. La falta de uso y la falta de alimentos pueden reducir sensiblemente un órgano; y, hasta cierto límite, un organismo puede acomodar su funcionamiento global a esa disminución. Pero, llegado un punto, ese acomodamiento también se torna imposible: un organismo nunca podría producir, por sí mismo, a lo largo de su vida, la reorganización funcional y estructural que le exigiría la desaparición o la excesiva disminución de un órgano relativamente importante. Hasta cierto punto, nuestros pulmones y nuestro modo de vida se pueden acomodar a un corazón debilitado. Pero, nuestra economía orgánica es incapaz de reformularse para compensar una deficiencia cardíaca demasiado pronunciada; y estas limitaciones persisten aun cuando proyectemos esos procesos a lo largo de una secuencia generacional.

Si la influencia de las condiciones de vida como la dieta, el clima y el comportamiento sólo afectan estructuras preexistentes y son incapaces de producir siquiera los rudimentos de nuevas es-

estructuras; entonces, aun cuando esos procesos se acumulen a lo largo de innumerables generaciones, ellos continuarán siendo impotentes para producir cualquier innovación morfológica. Pero, como esas innovaciones a su vez son necesarias para tornar aceptables la desaparición, e incluso la disminución, de otras estructuras, también podemos concluir que ese proceso de *empobrecimiento* estructural tampoco puede ir muy lejos, aun cuando insistamos en proyectarlo a lo largo de varias generaciones. Por eso que, del mismo modo en que la degeneración no puede llevarnos del pólipo al hombre, ella tampoco puede hacernos recorrer el camino inverso; y así, dado cualquier animal, o dado cualquier conjunto significativamente pequeño de animales, más o menos complejos, que pudiésemos escoger como *prototipo* o *prototipos* de todos los otros, la mera degeneración sería insuficiente para producir, a partir de ahí, toda la panoplia de seres existentes y extintos.

Pero no hace falta ir tan lejos para percibir esa impotencia de la degeneración. Buffon ya la reconocía cuando consideraba las diferencias morfológicas existentes entre animales relativamente semejantes; y esto lo vemos en sus cavilaciones de 1766 sobre la posibilidad de tratar a las especies y géneros *proprios* de América como si ellos fuesen simples variantes de algunos géneros del *Viejo Continente*. Entre aquéllas y algunas de éstas existen, apunta Buffon (1766, p. 363), “relaciones remotas que parecen indicar alguna cosa de común en su formación” y que, a su vez, también nos sugieren la posibilidad de que su origen se deba “a causas de degeneración mayores y tal vez más antiguas que todas las otras”. Es decir: las semejanzas lejanas que existen entre ciertos animales de América y ciertos animales del *Viejo Continente* parecen invitarnos a ir más allá del *género* en el establecimiento de relaciones de filiación. Sin embargo, aunque el razonamiento a nosotros nos parezca plausible, Buffon examina y compara morfológicamente esas especies y acaba retrocediendo a su posición inicial: hay familias americanas enteras que no pueden ser consideradas como variantes degeneradas de familia europea alguna; y las razones de esto quedan claras en las consideraciones que Buffon hace sobre los monos del *Nuevo Mundo* y las *zarigüeyas*.

Los primeros, nos dice (Buffon, 1766, p. 368), se parecen mucho a los monos con cola del *viejo mundo*; pero, en su opinión no cabría emparentarlos porque “sería muy difícil de concebir cómo”

estos últimos habrían podido “tomar en América una forma de cara diferente, una cola musculosa y prensil, un amplio tabique entre las narices, así como otros caracteres, tanto específicos cuanto genéricos” que no se encuentran en sus putativos ancestros del Viejo Mundo. Y algo semejante se puede decir de las zarigüeyas y los lémures: en cierto modo, parece pensar Buffon, estos géneros podrían ser emparentados; pero sus diferencias son demasiado grandes. No podríamos llegar a “suponer que ellos deriven unos de otros sin presuponer, al mismo tiempo, que la degeneración pueda producir efectos iguales a los de una nueva naturaleza” (Buffon, 1766, p. 368); y, para convencernos de esa imposibilidad, Buffon repasa ciertas características de las zarigüeyas cuyo origen no puede ser explicado por degeneración de las características de los lémures:

La mayoría de estos *cuadrumanos* de América poseen una bolsa bajo el vientre; la mayoría tiene diez dientes en el maxilar superior y otros diez en el inferior; la mayoría tienen la cola prensil, mientras que los lémures tienen la cola laxa, no tienen bolsas bajo el vientre y sólo poseen cuatro dientes incisivos en el maxilar superior, y seis en el inferior: así aun cuando estos animales tengan las manos y los dedos conformados de la misma manera, y también se asemejen por la longitud del hocico; sus especies y sus géneros, son tan diferentes, tan alejados, que no podemos imaginar, ni que ellos hayan surgido los unos de los otros, ni que diferencias tan grandes y generales hayan podido ser producidas por la degeneración. (Buffon, 1766, p. 369)

Claro, la aproximación entre lémures y zarigüeyas nos puede parecer un tanto arbitraria; y la presuposición de que, de haber existido degeneración, ésta debería haber sido a partir de los lémures, del *Viejo Continente*, hacia las zarigüeyas del *Nuevo*, pero nunca a la inversa, puede hacernos sonreír. Pero, aun así, el hecho de que Buffon niegue que las diferencias entre ambas familias puedan ser explicadas por *degeneración*, nos muestra que él reconocía que ésta era una fuerza transformadora arto limitada. Ella no puede producir un órgano nuevo como el marsupio, no puede alterar un sistema de dentición y no puede generar una cola prensil; y si no puede hacer eso, es claro que tampoco puede llevarnos del pólipo al pulpo, o de éste a aquél, por más tiempo y generaciones que le demos para cumplir ese trabajo.

La degeneración, en suma, puede explicar el origen de los felinos americanos a partir de los del *Viejo Mundo*, porque esas transformaciones sólo exigen alteraciones de miembros y órganos que se preservan en toda la familia; pero no puede ir mucho más allá de eso: hay diferencias entre los géneros que ella nunca podría producir (Buffon, 1766, p.373). Pero no porque exista un tope de esencias inmutables que lo impida; sino por la propia limitación que la degeneración padece en cuanto que agente transformador. Ella sólo modela y remodela lo que existe, pero no puede producir nada de nuevo; y no es por acaso que, para superar ese límite que impidió la radicalización del transformismo buffoniano, Lamarck (1802, p. 16) haya tenido que postular una tendencia al incremento de la complejidad que regía la constitución del embrión y que se continuaba y se profundizaba en la sucesión de las generaciones. Esa fuerza impulsaba el establecimiento de cada nuevo sistema de órganos; y las circunstancias sólo contribuían a la modificación de esas estructuras que ellas, por sí solas, eran impotentes para producir (cf. Lamarck, 1820, p. 141).

3 UNIDAD DE TIPO

Sin embargo, aunque la degeneración sea incapaz de explicar las diferencias más importantes que existen entre los distintos géneros de animales, y esto nos impida pensar que todos ellos derivan de una única forma ancestral, o de un conjunto significativamente pequeño de formas originarias; el hecho de la *unidad en el plano de organización* todavía persiste como una evidencia insoslayable:

Considerando su cuerpo como el módulo físico de todos los seres vivos [...], [el hombre] vio que la forma de todo lo que respira es casi la misma, que disecando al simio se podía conocer la anatomía del hombre; y que considerando cualquier otro animal siempre se encontraba el mismo fondo de organización, los mismos sentidos, las mismas vísceras, los mismos huesos, la misma carne, los mismos movimientos en los fluidos, el mismo juego, la misma acción en los sólidos. Él [el hombre] encontró en todos [los animales] un corazón, venas y arterias; en todos ellos los mismos órganos de circulación, de digestión, de nutrición, de excreción; en todos una armazón sólida, compuesta de las mismas piezas ensambladas más o menos de la misma manera. Ese plano, siempre

el mismo, seguido del hombre al simio, del simio a los cuadrúpedos, de los cuadrúpedos a los cetáceos, a las aves, a los peces, a los reptiles, ese plan [...] capturado por el espíritu humano, es un paradigma fiel de la Naturaleza viviente, y es la visión más simple y la más general bajo la cual la podemos considerar. Así, cuando se quiere extenderlo, y pasar de lo que vive a lo que vegeta, vemos cómo ese plano, que inicialmente sólo había variado en sus detalles, se deforma gradualmente de los reptiles a los insectos, de los insectos a los gusanos, de los gusanos a los zoófitos, de los zoófitos a las plantas [...], conservando, sin embargo, el mismo fondo, el mismo carácter, cuyos rasgos principales son la nutrición, el desarrollo y la reproducción. Rasgos generales y comunes a toda sustancia organizada, rasgos eternos y divinos que el tiempo, lejos de apagar o destruir, renueva y hace más evidentes (Buffon, 1766, pp. 28-29).

Pero, esa *unidad de tipo*, no tiene porque ser remitido a una comunidad de origen. En primer lugar, y como subraya Roger (1993, p. 580), esa semejanza estructural general puede explicarse como un requerimiento *funcional* u *organizacional*: “Todos los vivientes se parecen porque, para subsistir, ellos han debido cumplir [...] tres funciones [la nutrición, el desarrollo y la reproducción] sin las cuales no habría vida”; y serán los diferentes modos de cumplir esas funciones los que determinarán las semejanzas y diferencias fundamentales en la organización de los seres vivos (Buffon [1753c], 2003, p. 29). Por otro lado, y completando esta perspectiva *funcional* que ya preanuncia el modo cuvieriano de entender la semejanza estructural (cf. Cuvier, 1817, p. 57 y ss.), Buffon, como también lo observa Roger (1993, p. 580), acabará concibiendo una explicación del origen de la vida, y de las diferentes especies, según la cual los seres vivos se parecen o difieren, en virtud de las condiciones que presidieron los procesos de aglomeración de moléculas que les dieron lugar.

Según esa teoría, formulada con claridad en *Las épocas de la naturaleza* (Buffon [1778], 1988), todas las especies de seres vivos que hoy pueblan la tierra, las *nobles* que no degeneran (Buffon, 1761, p. 571) y las cepas primigenias de las familias producidas por *degeneración* (Buffon [1778], 1988, p. 27), al igual que un número indeterminado de especies extintas, se habrían originado por sucesivas andanadas de procesos de aglomeración de *moléculas orgánicas* que,

lejos de dar origen a seres simples y diminutos, habrían producido, por el contrario, los primeros *prototipos* de animales tan grandes y complejos como elefantes e hipopótamos. Más aun: en la primera y más poderosa *explosión* de vida, la naturaleza dio a luz a seres mayores que los actuales; y eso lo atestiguarían los restos fósiles de huesos de cuadrúpedos y de conchas cuyas dimensiones superan a las de cualquier especie aun existente. “La Naturaleza estaba entonces en su primera fuerza, y trabajaba la materia orgánica y viviente con un poder más activo, en una temperatura más cálida”; y “esa materia orgánica estaba más dividida, menos combinada con otras materias, pudiéndose reunir y combinar, ella misma, en masas mayores” (Buffon [1778], 1988, p. 98).

No pensemos, sin embargo, que Buffon haya considerado que esos fenómenos de organización molecular fuesen algo fortuito y accidental. Para él, como lo explica Peter Bowler (1998, p. 135), las *especies originarias* estaban incorporadas “a la trama misma de la naturaleza” y representaban “una organización potencialmente estable de las partículas materiales que alcanzaría a manifestarse físicamente siempre que fuesen adecuadas las condiciones físicas”. Por eso la estructura general de los seres vivos muestra una cierta constancia o semejanza general. Ella, como dije, tendría que ver con las condiciones generales, con las *condiciones de existencia* diría Cuvier (1817, p. 6), que deben satisfacer los cuerpos organizados, para, posteriormente al instante de su constitución, poder auto-preservarse y reproducirse. Pero, a esa semejanza general de estructura que depende de las condiciones más generales de organización, debemos agregar las semejanzas y diferencias que dependen de las circunstancias particulares en que esos cuerpos organizados se constituyen.

La cantidad de *moléculas orgánicas* disponibles y, sobre todo, la temperatura en que las mismas serán fraguadas, determinarán también el tamaño y los perfiles de los animales y plantas que surjan en un determinado momento y lugar. “La misma temperatura nutre y produce en todas partes los mismos seres” (Buffon, 1775, p. 510); y por eso, decía Buffon (1775, p. 509), “en todos los lugares en los que la temperatura es la misma, encontramos no sólo las mismas plantas, las mismas especies de insectos, las mismas especies de reptiles sin haberlos llevado ahí, sino también las mismas especies de aves sin que ellas hayan venido de otra parte”.

Más aun: considerando que en algunos planetas, y varios de sus satélites, del *Sistema Solar* se dan condiciones de temperatura semejantes a las de la Tierra, Buffon (1775, p. 509) llegaba a afirmar que “se puede pensar que todos esos vastos cuerpos están, como el globo terrestre, cuviertos de plantas, e incluso poblados de seres sensibles semejantes a los de la tierra.

Así, si nos permitimos disentir con Jean Gayon (1992, p. 480 y ss), cabría concluir que, para Buffon, tanto las especies mayores o nobles como las cepas originarias de las familias afectadas por la degeneración, constituyen clases naturales que se instancian cada vez que se dan las condiciones físicas adecuadas para que las moléculas orgánicas se aglomeren de una determinada manera. Una especie, podríamos así decir, no es simplemente una sucesión de generaciones de individuos capaces de cruzarse entre sí: ella es antes el tipo de amalgamamiento de las moléculas orgánicas que se produce siempre que se dan determinadas condiciones particulares. Por eso, las mismas especies de aves, de reptiles, de insectos y de plantas pueden ser encontradas en lugares diferentes sin que para explicar ese fenómeno necesitemos postular una relación de filiación entre las poblaciones que habitan en esos lugares; y es también bajo esta misma óptica que puede afirmarse que las especies son seres perpetuos, tan permanentes como la propia naturaleza (Buffon, 1765, p. i), sin que eso sea contrario al transformismo limitado presupuesto en la teoría de la degeneración.

Las especies, vistas de este modo, son formas posibles de la organización que, como acabé de decir, se actualizan cuando las condiciones físicas así lo permiten. Pero una vez pasado ese instante en que la temperatura y la disponibilidad de las moléculas orgánicas permiten el surgimiento de individuos concretos de un determinado tipo, los perfiles de estos prototipos originarios quedan sometidos a la influencia de diferentes circunstancias que los van modificando. Las condiciones de temperatura se van alejando del punto óptimo que possibilitó esa aglomeración particular de la materia orgánica; y este desvío, conjugado con la lenta pero minuciosa influencia de la dieta y del modo de vida, va produciendo cambios, más o menos sensibles, que, tras varias generaciones, pueden llegar desdibujar los rasgos secundarios de los prototipos originarios menos estables. Los otros, los más nobles, sufren me-

nos esas influencias y tienden a permanecer casi inalterados (Buffon, 1765, p. x).

Es este modo de entender el origen de las especies lo que permite que Buffon considere que el mamut y los elefantes actuales de parezcan sin que entre ellos exista ninguna relación de filiación. El elefante no es para Buffon un mamut degenerado: él es una especie noble que, ni está sometida a degeneración, ni es el producto de la degeneración de alguna otra (Buffon, 1766, p. 335). Sus prototipos originarios, sin embargo, se forjaron en condiciones análogas, aunque no idénticas, a las que antes habían presidido la constitución del mamut; y eso explica las semejanzas, y también las diferencias, entre ambos (cf. Buffon [1778], 1988, p. 171). Y lo que vale para el mamut y para el elefante también sirve para explicar las semejanzas y las diferencias entre el hombre y los grandes simios, sin que precisemos pensar que éstos sean variantes degeneradas de aquél (cf. Buffon: 1761, p. 9; Bufón, 1766, p. 30).

No sorprende, por eso, que Buffon (1766, p. 359) no incluya al león y al tigre dentro de la familia de la pantera. Familia que, entre otras especies, incluye al puma, al jaguar y a los gatos domésticos. Para él, el león y el tigre son dos especies aisladas; análogas, por su nobleza, por su incapacidad de degenerar, a otras especies mayores como el hombre o la jirafa (Buffon, 1766, p. 360). La razón de las semejanzas, y de las diferencias, que existen entre el tigre, el león y la pantera, debe ser buscada en las condiciones que presidieron la constitución de sus respectivos stocks de ejemplares originarios; y son esas mismas condiciones las que podrían explicar que los perfiles de la pantera hayan sido menos estables, e por eso más sujetos a degeneración, que los perfiles del tigre y del león.

Es ese mismo modo de razonar, por otro lado, el que permite que Buffon llegue a una solución satisfactoria del problema planteado por los animales propios de la América meridional (cf. Buffon, 1766, p. 371). Como vimos, la estructura general de estos es tan semejante a la estructura de algunas especies del Viejo Continente que parecía inevitable considerarlos como sus variantes degeneradas (Buffon: 1761, p. 127 y 1766, p. 363). Pero, al mismo tiempo, sus diferencias eran tan profundas que llevaban a descartar esa hipótesis: la degeneración nunca podría producir cambios tan pronunciados (Buffon, 1766, pp. 368-369). Por eso, las espe-

cies y familias de especies propias de América meridional debían ser consideradas como producciones nativas de esta región del globo: posteriormente al surgimiento de la fauna que hoy ocupa la región septentrional de ambos continentes, las fuerzas de la naturaleza, ya un poco agotadas, habrían dado origen a los animales realmente propios de esta parte del mundo (Buffon [1778], 1988, p. 179). “Dejada a sus propias fuerzas”, nos dice Buffon ([1778], 1988, p. 177), esta siempre malhadada región “sólo parió animales más débiles y mucho menores que aquellos llegados del norte”.

Pero, pese a su origen independiente, el *diseño general* de las especies sudamericanas no difiere del diseño de las otras formas que ocupan el globo: las leyes que presiden la configuración de los seres organizados son siempre las mismas. Sin embargo, como las condiciones concretas en las que esa configuración ocurrió fueron otras, esos animales presentan algunos perfiles absolutamente propios; y es en base a esa premisa que Buffon (1766, p. 368) puede considerar a los monos del viejo y del nuevo mundo como siendo dos familias diferentes sin ningún vínculo genealógico entre ellas.

Diferentemente del *Modus Darwin*, que nos lleva siempre a pensar que la semejanza en las formas vivas implica comunidad de origen (cf. Sober, 2008, p. 265), el *Modus Buffon* nos lleva a pensar que esa semejanza muestra, en primer lugar, la necesaria subordinación de esas formas a un mismo conjunto de leyes que presiden su origen y a un mismo conjunto de requerimientos funcionales que permiten su perpetuación. En segundo lugar, ese modo de razonar también nos lleva a inferir que, si esa semejanza es muy cercana, ella puede deberse al hecho de que las condiciones en las que esas leyes operaron fueron también muy semejantes. En algunos casos particulares, sin embargo, esta segunda posibilidad puede ser dejada de lado y postularse una filiación común encubierta por los efectos de la degeneración. Con todo, aún en este último caso, no cabe tampoco olvidar que, entre todos los seres vivos, existen ciertas semejanzas fundamentales que no obedecen a ese origen común. Hay rasgos organizacionales compartidos por el puma y el guepardo que no se explican por filiación: ellos se explican porque ambos son carnívoros; y hay otros rasgos, mas fundamentales aun, que se explican por su condición de animales, o,

incluso, por su simple condición de seres organizados que, al igual que los vegetales, deben ser capaces de nutrirse y de reproducirse.

Para Buffon, en síntesis, la *filiación común* y la *degeneración* explicarían solamente esas semejanzas y esas diferencias estructuralmente secundarias que podemos encontrar entre las especies de una familia derivada de una misma cepa originaria. Ese *transformismo limitado*, mientras tanto, es sólo una simple hipótesis secundaria llamada a completar un modo de entender la historia da vida que, aunque puramente materialista, prescinde del *árbol de la vida* concebido por Darwin y de la *marcha de la naturaleza* imaginada por Lamarck. La naturaleza buffoniana era demasiado poderosa y, al mismo tiempo, demasiado uniforme en sus leyes, demasiado newtoniana, como para precisar de esas hipótesis (cf. Buffon, 1765, pp. iii-iv). Por eso, en la *historia de la naturaleza* narrada en la *Historia Natural* de Buffon, la *historia de los seres vivos* es sólo una nota marginal destinada a explicar los detalles más secundarios e irrelevantes de su organización. Lo esencial en ellos, entre tanto, es, conforme leemos en la *Première vue de la nature*, “el cuño de lo eterno”, ese “sello divino” que es el “prototipo inalterable de las existencias” (Buffon, 1764, p. iv).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWLER, Peter. *Historia Fontana de las ciencias ambientales*. Trad. Roberto Eliezer. México: Fondo de Cultura Económica, 1998.
- BUFFON, Georges Louis. *Histoire naturelle générale et particulière*. Tome II. Paris: L’Imprimerie Royale, 1749.
- . “L’âne” [1753a] (du Tome IV de la *Historie naturelle generale et particulière*). Vol.3, pp. 35-43, in: PIZZETA, Jules (ed.). *Œuvres de Buffon*. Paris: Parent-Desbarres, 1868.
- . “Le cheval” [1753b] (du tome IV de la *Histoire naturelle générale et particulière*). Pp. 503-553, in: BUFFON, *Œuvres*. Paris: Gallimard, 2007.
- . *Discours sur la nature des animaux* [1753c] (du tome IV de la *Histoire naturelle générale et particulière*). Paris: Rivages, 2003.
- . “Le cerf” [1756] (du tome VI de la *Histoire naturelle générale et particulière*). Pp. 708-733, in: BUFFON, *Œuvres*. Paris: Gallimard, 2007.

- . *Histoire naturelle générale et particulière*. Tome IX. Paris: L'Imprimerie Royale, 1761.
- . *Histoire naturelle générale et particulière*, Tome XIII. Paris: L'Imprimerie Royale, 1765.
- . *Histoire naturelle générale et particulière*, Tome XIV. Paris: L'Imprimerie Royale, 1766.
- . *Histoire Naturelle générale et particulière: Supplément*, Tome II. Paris: L'Imprimerie Royale, 1775.
- . *Les époques de la nature* [1778]. Édition critique de Jaques Roger. Paris: Mémoires du Muséum National de Histoire Naturelle, 1988.
- CHERNI, Amor. *Buffon: la nature et son histoire*. Paris: PUF, 1998.
- CUVIER, Georges. *Le règne animal distribué d'après son organisation*, Tome I. 4 vols. Paris: Deterville, 1817.
- DARWIN, Charles. *On the origin of species*. London: Murray, 1859.
- FLOURENS, Pierre. *Histoire des travaux et des idées de Buffon*. Paris: Hachette, 1850.
- GAYON, Jean. La individualité de la espèce: une thèse transformiste? Pp. 475-490, *in*: GAYON, Jean (ed.). *Buffon 88*. Paris: Vrin, 1992.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, Etienne. *Principes de philosophie zoologique* [1830]. Pp.129-237 (le texte complet), *in*: Le Guyader, Hervé. *Geoffroy Saint Hilaire: un naturaliste visionnaire*. Paris: Belin, 1998.
- LAMARCK, Jean. *Recherches sur l'organisation des corps vivants*. Paris: Maillard, 1802.
- . *Système analytique des connaissances positives de l'homme*. Paris: Belin, 1820.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria da progressão dos animais, de Lamarck*. Campinas: GHTC-UNICAMP, 2007.
- ROGER, Jacques. *Buffon*. Paris: Fayard, 1989.
- . *Les sciences de la vie dans la pensée française au XVIIIe siècle*. Paris: A. Michel, 1993.
- SOBER, Elliott. *Evidence and evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

As publicações conjuntas de Dobzhansky e brasileiros sobre genética das populações de *Drosophila* (1943-1960) e as causas de seu decréscimo

José Franco Monte Sião *

Resumo: Durante quatro de suas visitas ao Brasil (1943; 1948-49; 1952 e 1955-56), o geneticista ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) interagiu com grupo de pesquisa da Universidade de São Paulo liderado pelo professor André Dreyfus (1897-1952). A parceria entre as duas partes contou com o apoio da Fundação Rockefeller através de um projeto amplo que durou cerca de vinte anos. Um estudo bibliométrico desenvolvido pelo autor deste artigo, considerando o período compreendido entre 1943 e 1960, indicou que essas visitas tiveram um impacto grande em termos de publicações sobre um assunto que até a primeira visita de Dobzhansky não estava sendo estudado pelo grupo de Dreyfus: a genética de populações em *Drosophila*. Porém, indicou também que, em determinados períodos, houve uma diminuição das publicações individuais e conjuntas de Dobzhansky e brasileiros, culminando com o fim da parceria entre as duas partes. O objetivo deste artigo é procurar averiguar quais foram os possíveis fatores tanto de ordem conceitual como de ordem não conceitual que contribuíram para isso. Este estudo levou à conclusão de que a redução das publicações individuais e conjuntas durante alguns períodos pode ser explicada pela adoção de novos materiais experimentais por parte de alguns membros do grupo; envolvimento com outros assuntos que não constavam no projeto inicial; problemas de saúde de Dobzhansky e sua esposa durante sua terceira visita; divergências científicas entre Dobzhansky e brasileiros; e desejo de independência dos brasileiros.

Palavras-chave: história da genética no Brasil; Dobzhansky, Theodosius; Genética de populações em *Drosophila*; Dreyfus, André

* Mestre em História da Ciência pelo Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP). Rua Pernambuco 90, Caieiras, SP. CEP 07700-000. E-mail: jfmontesi-ao@ig.com.br

The reasons which led to the decrease of Dobzhansky and Brazilian researchers joint publications on *Drosophila* population genetics (1943-1960)

Abstract: During four of his visits to Brazil (1943; 1948-1949; 1952 and 1955-56) the Ukrainian geneticist Theodosius Dobzhansky (1900-1975) interacted with the group led by Professor André Dreyfus (1897-1952), of the University of São Paulo. The partnership between them was supported by the Rockefeller Foundation through a broad project which lasted for about twenty years. A bibliometric study developed by the author of this paper, analyzing the period from 1943 to 1960, showed that those visits had a great impact in terms of publications dealing with a subject that had not been studied by Dreyfus' group hitherto: the *Drosophila* population genetics. However, it also indicated that in some periods there was a decrease in individual and joint publications of Dobzhansky and the Brazilians, culminating with the rupture of the partnership between them. The aim of this paper is to investigate the scientific and extra-scientific factors that could have contributed to the decrease of the joint publications on the subject by the Brazilian researchers and Dobzhansky. This study led to the conclusion that the decrease may be explained by the adoption of new experimental materials by some members of the group; the involvement with some subjects which were not part of the initial project (such as Botany, for instance); Dobzhansky and his wife's health problems during the third visit; scientific disagreement between Dobzhansky and Brazilians; and the Brazilians' desire of independence.

Keywords: history of genetics in Brazil; Dobzhansky, Theodosius; *Drosophila* population genetics; Dreyfus, André.

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o geneticista ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) visitou o Brasil várias vezes. Porém, foi durante quatro delas (1943; 1948-49; 1952 e 1955-56), quando interagiu com grupo de pesquisa da Universidade de São Paulo liderado pelo professor André Dreyfus (1897-1952) que deixou suas contribuições mais significativas. A parceria entre Dobzhansky e os brasileiros contou com o apoio da Fundação Rockefeller através de um projeto amplo que durou cerca de vinte anos¹. Durante esses anos foram feitas várias publicações, tanto individuais como conjuntas

¹ "Research project of the University of São Paulo and Columbia University on genetics and ecology of Tropical *Drosophila*" (Projeto de pesquisa da Universidade de São Paulo e Universidade de Columbia sobre genética e ecologia de *Drosophila* tropical).

entre brasileiros e Dobzhansky. O assunto tratado nas mesmas era a genética das populações em *Drosophila*, assunto que começou a ser estudado pelo grupo brasileiro após a visita de 1943 de Dobzhansky ao Brasil.

Um estudo bibliométrico desenvolvido pelo autor deste artigo, abrangendo o período compreendido entre 1943 e 1960, indicou que houve momentos mais produtivos que outros, detectando a existência de períodos em que ocorreu um decréscimo nas publicações de autoria de Theodosius Dobzhansky e brasileiros sobre genética das populações em *Drosophila* (Monte Sião, 2007; Monte Sião, 2008, capítulo 2). Nosso estudo mostrou que as duas primeiras visitas de Dobzhansky ao Brasil, em 1943 por quatro meses e 1948-49 por um ano, foram bastante produtivas em termos de publicações. Os próprios cientistas que na época estavam envolvidos diretamente nas investigações sobre genética de populações, consideraram “os primeiros dois períodos de Dobzhansky no Brasil de muito sucesso científico” (Brito da Cunha, 1998).

Entretanto, houve períodos que se caracterizaram por apresentar um decréscimo nas publicações de Dobzhansky e brasileiros sobre o assunto. Isso se deu particularmente entre a segunda (1948-49) e a quarta visita (1955-56) de Dobzhansky ao Brasil.

O objetivo deste artigo é discutir os possíveis fatores tanto de ordem conceitual como de ordem não conceitual que contribuíram para o decréscimo das publicações sobre genética das populações em determinados períodos.

Em um de seus estudos historiográficos sobre o tema de que estamos tratando, Aldo Araújo apontou alguns dos motivos que provavelmente contribuíram para a diminuição das publicações de brasileiros e Dobzhansky sobre genética de populações e o rompimento das relações entre eles. Ele assim se expressou:

O projeto de Angra dos Reis tomou grandes proporções, quem sabe bem ao gosto de Dobzhansky (apenas a título de ilustração, Provine, 1981 – opina que uma das diferenças entre Dobzhansky e Sturtevant que devem ter se somado quando do rompimento entre ambos, era de que Sturtevant, além de ser um detalhista – ao contrário de Dobzhansky – era também avesso a mega-projetos, como, por exemplo, foi este de Angra dos Reis). A leitura do projeto, bem como as entrevistas com alguns dos partici-

pantes mostram alguns erros no planejamento e inclusive a falta de rigor na análise dos resultados. (Araújo, 1998, p. 51)

Em relação ao que foi sugerido por Araújo, durante nossa pesquisa percebemos alguns outros detalhes interessantes, que gostaríamos de acrescentar à sua explicação. Acreditamos que o rompimento entre Dobzhansky e os brasileiros após a última visita em 1955-56, esteja relacionado a alguns fatos que vinham acontecendo, pelo menos, desde a segunda visita em 1948-49. Por outro lado, estudos historiográficos mencionam que boa parte dos objetivos do projeto inicial ficou comprometida nos últimos anos. Desse modo, consideramos importante apresentar ao leitor quais eram os objetivos do Projeto.

2 OS OBJETIVOS DO PROJETO

Segundo Crodowaldo Pavan, principal colaborador de Dobzhansky, o projeto de 1948-49 tinha os seguintes objetivos:

O objetivo de nosso projeto, em agosto de 1948, era estudar: a) Posição sistemática de *D. willistoni* e *D. prosaltans* em relação a espécies mais afins; b) Número de espécies de drosófilas no Brasil, com suas várias frequências nas várias regiões climáticas e em meses diferentes; c) Dados ecológicos de *D. willistoni*; d) Estruturas citológicas das populações de *D. willistoni* e *D. prosaltans*; e) Estrutura genética das populações de *D. willistoni* e *D. prosaltans*. (Pavan, 1950, p. 174)

Nosso levantamento indicou que a maioria das publicações sobre a genética de populações tratava de *Drosophila willistoni*. Este é um forte indício de que os estudos que haviam sido programados acerca da estrutura genética e citológica das populações de *Drosophila prosaltans*, que faziam parte dos objetivos “d” e “e” que aparecem no trecho anteriormente citado, ficaram comprometidos. O comentário feito por Crodowaldo Pavan sobre os resultados dos estudos feitos com *Drosophila prosaltans* em 1950, que reproduziremos logo abaixo, reforça essa interpretação:

Nas amostras do Rio Negro e Rio Mucajaí, na Amazônia, o número de espécies foi também superior a trinta, mas dessa região apenas oito ou dez já são descritas; as outras não descritas ainda

continuam nesse estado, por não termos tido tempo para nos dedicar à parte sistemática propriamente dita. (Pavan, 1950, p. 174)

Cabe aqui uma indagação: por que eles não tiveram tempo de se dedicar à investigação das populações de *Drosophila prosaltans*? Esta é uma questão que nosso estudo bibliométrico ajudou a esclarecer e que será discutida nas próximas seções deste artigo.

3 O ENVOLVIMENTO DOS MEMBROS DO GRUPO COM OUTROS TIPOS DE INVESTIGAÇÃO

3.1 Estudos sobre botânica

Como aparece na seção anterior, os objetivos do projeto dizem respeito principalmente a vários aspectos relacionados ao estudo da genética de populações de duas espécies de *Drosophila: prosaltans e willistoni*. Porém, o exame de uma amostra significativa do conteúdo das obras levantadas no período indicou que os brasileiros participantes do projeto se dedicaram também à investigação de outros assuntos que não tinham relação direta com os objetivos do projeto, como por exemplo, a botânica. Nesse sentido, encontramos uma publicação que nos chamou a atenção.

Trata-se de um artigo sobre a diversidade de árvores na floresta Amazônica de autoria de G. A. Black, Dobzhansky & Pavan (1950). Apesar do excesso de trabalho e das dificuldades com que o grupo se deparou, alguns de seus membros ainda encontraram tempo (mesmo este sendo escasso, pelo que afirmou Pavan) para estudar algo que aparentemente não era objeto direto dessa parceria em 1948-49. O trabalho não foi simples. É possível perceber as dificuldades nele envolvidas na passagem que se segue:

O reconhecimento de espécies de árvores na floresta Amazônica é muito difícil ou impossível sem examinar as flores e os frutos. Esta dificuldade existe nas vizinhanças de Belém [...] O aliviar dessa dificuldade, nos foi dado pelo auxílio da experiência dos mateiros. Esses homens, apesar de não serem letrados, tinham um critério para identificar as árvores que deixou os autores impressionados. Textura, cheiro, gosto, a cortiça, presença ou ausência de látex, fibras e outras características secundárias como folhagens, flores e frutos. Os nomes comuns das árvores usualmente usados pelos mateiros, geralmente coincidiam com as es-

pécies reconhecidas pelos botânicos. (Black, Dobzhansky & Pavan, 1950, pp. 414-415)

Publicações mais recentes (cerca de 37 anos depois) sobre a florística tropical ainda se reportam às dificuldades encontradas nesse tipo de estudo conforme se pode observar no texto abaixo que faz parte de um artigo de autoria do botânico Hermógenes de Freitas Leitão Filho:

O estudo florístico da floresta Amazônica representa uma tarefa imensa, que nos dias de hoje está ainda escassamente tateada. Alguns problemas são muito complexos nesta fisionomia de vegetação: a extensão territorial, a diversidade florística, o acesso às áreas de amostragem, a altura das árvores e a dificuldade de coleta, a enorme sinonímia vulgar existente, a escassez de taxonomistas e as dificuldades de preparo do material botânico são os principais óbices para um entendimento mais global da floresta de Terra Firme da Amazônia. (Leitão Filho, 1987, p. 42)

A pesquisa sobre florística desenvolvida por Black, Dobzhansky e Pavan, em 1950, não teve como foco apenas a floresta de Terra Firme. Eles também investigaram a floresta de Igapó, ficando evidente o grau de dificuldade da pesquisa em questão. O artigo dos três autores publicado em um conceituado periódico especializado (*The Botanical Gazette*), em 1987, foi utilizado como referência por botânicos respeitados, como Leitão Filho, pois poucos estudos sobre o assunto haviam sido publicados até então. Este tipo de estudo, que certamente demandou tempo e energia, não tinha ligação direta com os principais objetivos do projeto.

Além do artigo acima mencionado, um outro, também de autoria de Dobzhansky sobre a evolução nos trópicos, publicado no mesmo ano no periódico *American Scientist*, chamou nossa atenção. Nesse artigo, Dobzhansky utilizou dados de pesquisas variadas, feitas por outros autores, sobre a diversidade em regiões temperadas, procurando compará-las com a diversidade de regiões tropicais. Ele considerou para isso o número de espécies de pássaros (Ernst Mayr), número de espécies de cobras (Charles Mitchell Bogert), polimorfismo cromossômico em *Drosophila* (estudos feitos por ele e os brasileiros, principalmente com Antonio Brito da Cunha) e pesquisa sobre diversidade de espécies de árvores na Amazônia (Black, Dobzhansky e Pavan, 1950). Mesmo com todas

as dificuldades e os vários objetivos que o grupo tinha em 1948-49, a atitude de Dobzhansky confirmou a afirmação que lhe é atribuída: “um mês sem um artigo enviado para publicação é um mês perdido” (Provine *apud* Araújo, 1998, p. 50).

Encontramos ainda mais duas publicações sobre botânica de Dobzhansky e outros autores (Pires, Black & Dobzhansky, 1953 e Pires & Dobzhansky, 1954). Além do assunto tratado em ambas não ter relação direta com os objetivos do projeto, os parceiros de Dobzhansky nas duas publicações não faziam parte do grupo que estudava genética de populações naturais com *Drosophila*.

Acreditamos que a atitude de Dobzhansky ao se envolver com outros assuntos que não tinham relação direta com o objeto de estudo do projeto, como foi o caso dos estudos com botânica, bem como com outros parceiros, tenha sido um dos fatores que contribuíram para o rompimento dele com os brasileiros, e que esse tipo de atitude possa ter iniciado um desgaste desde a segunda visita em 1948-49. Além disso, acreditamos que essa atitude tenha contribuído para o comprometimento dos resultados do projeto em suas últimas fases.

3.2 Estudos com *Rhynchosciara*

Outro aspecto interessante que detectamos durante nosso estudo bibliométrico foi a adoção de um novo material experimental como objeto de estudo por parte de Crodowaldo Pavan, no início da década de 1950.

Em 1950, em uma de suas excursões à cata de *Drosophila*, Pavan encontrou larvas do díptero *Rhynchosciara angelae*. Essa descoberta foi considerada importante e teve repercussão internacional, pois os cromossomos politênicos desse organismo ofereciam diversas vantagens e, inclusive, eram mais facilmente observáveis que os de *Drosophila*, o que facilitava as investigações. Nesse sentido, Antonio Brito da Cunha comenta sobre algumas dificuldades encontradas em *Drosophila*:

Sugeri ao Pavan fazermos um estudo comparativo dos cromossomos politênicos em vários tecidos das larvas de *Drosophila*. Tentamos fazer a pesquisa usando *Drosophila annulimana*, que tem cromossomos muito grandes. Fracassamos porque os cromossomos de outros tecidos, que não da glândula salivar, eram péssi-

mos. Nova tentativa foi feita com *Drosophila pallidipennis* e novamente nada conseguimos. (Brito da Cunha, 1990, p. 695)

O estudo de outros tecidos, afora o das glândulas salivares, só foi possível e satisfatório a partir das análises com *Rhynchosciara* desenvolvidas principalmente por Pavan e Marta Erps Breuer.

Existindo entre nós material excepcionalmente favorável para esse tipo de estudo, empreendemos a tarefa de fazer uma análise comparativa da morfologia dos cromossomos politênicos de *Rhynchosciara angelae*. Esse díptero, pela primeira vez trabalhado por elementos de nosso laboratório apresenta vantagens não apresentadas por nenhum outro organismo até hoje analisado. Além do grande volume e perfeita nitidez de seus cromossomas salivares, apresenta igual estrutura em cromossomas de outros órgãos. *Rhynchosciara angelae* é o primeiro animal no qual é possível fazer-se análise comparativa de todos os cromossomas de órgãos diferentes. (Pavan & Breuer, 1951, p. 299)

Conforme nosso estudo bibliométrico, constatamos um decréscimo das publicações individuais de Pavan sobre genética de populações com *Drosophila* a partir do início da década de 1950, o que coincide justamente com o início de seus estudos com *Rhynchosciara*.

Acreditamos que este também possa ter sido um dos fatores que contribuíram para o fim da parceria de Dobzhansky com os brasileiros, pois, como já foi mencionado neste trabalho, Pavan era o principal colaborador de Dobzhansky no Brasil.

Com relação a esse fato, a insatisfação de Dobzhansky com a atitude de Pavan transparece em um comentário que o mesmo teria feito para Warwick Estevan Kerr, que desenvolvera seu pós-doutoramento na Universidade de Colúmbia nos Estados Unidos (em 1951-1952), tendo realizado suas atividades no mesmo prédio em que trabalharam Pavan e Dobzhansky. Kerr comentou acerca das afirmações que tinham sido feitas por Dobzhansky durante uma de suas conversas com ele:

Cada vez que eu mencionava que gostaria de estudar abelhas e seus problemas de sexo e casta, ele me dizia: “Você é o mais parecido com o Pavan. Não querem seguir um problema genético seguro, de resultados certos como é a genética da *Drosophila willis-toni*. Querem aventurar! Vocês dois têm mentalidade *flamboyant*”.

E criticava o Pavan pela idiotice de estudar as rincosciaras e eu as melíponas. (Kerr, 1990, p. 698)

O descontentamento de Dobzhansky com a adoção de um outro material experimental por Pavan está implícito no discurso feito no Teatro Municipal em São Paulo, em 1952, durante homenagens prestadas a Dreyfus, por ocasião de seu falecimento. Após apresentar um longo relato sobre as atividades do que ele chamou de “Escola Brasileira de Biologia Geral” comandada por André Dreyfus, o geneticista ucraniano mencionou os trabalhos desenvolvidos pelo grupo e seu progresso até aquele momento. No entanto, não incluiu entre eles os estudos de Pavan com *Rhynchosciara*.

3.3 Estudos sobre genética humana

Segundo o geneticista Bernardo Beiguelman, vários fatores contribuíram para que antes de 1950 houvesse um desinteresse pela genética humana no Brasil. Dentre eles, o fato de que os principais centros de pesquisa do Brasil estavam comprometidos com estudos de melhoramento vegetal e estudos cromossômicos feitos predominantemente em artrópodes e com pesquisas de genética de *Drosophila* (Beiguelman, 1979, p. 1.199).

No entanto, essa situação se inverteu a partir do início da década de 1950, quando Newton Freire-Maia deixou de publicar sobre genética de populações em *Drosophila*, passando a dedicar-se à genética humana, publicando em 1951 e 1952, artigos sobre casamentos consanguíneos em populações brasileiras. Em 1953, Oswaldo Frota-Pessoa concomitantemente com os estudos em *Drosophila pseudoobscura*, desenvolvia estudos sobre genética humana com dados de casamentos consanguíneos em Goiás. Suas primeiras publicações sobre o assunto só ocorreram em 1957 (Monte Sião, 2008, p. 73).

Em junho de 1955, foi criada a Sociedade Brasileira de Genética, SBG. A área contou com o apoio de Harry Miller Jr, representante da Fundação Rockefeller, através de investimentos e liberação de bolsas de estudos para alguns brasileiros como Newton Freire-Maia, Francisco Mauro Salzano, Pedro Saldanha e Oswaldo Frota-Pessoa. Em 1957, Francisco Mauro Salzano publicou sua primeira pesquisa sobre grupos sanguíneos de índios. Em

1959, houve a criação da Comissão de Genética Humana da Sociedade Brasileira de Genética por Pavan, então presidente da SBG, com auxílio da Fundação Rockefeller, que disponibilizou recursos para criar novos laboratórios de genética humana e para a melhoria dos já existentes.

Acreditamos que o apoio e os investimentos feitos nessa área possam ter contribuído para a mudança de objeto de estudo de alguns pesquisadores brasileiros que estavam envolvidos com os estudos de genética de populações com *Drosophila*, como foi o caso de Newton Freire-Maia, Oswaldo Frota-Pessoa, Francisco Mauro Salzano, entre outros. Além disso, o desgaste das relações de Dobzhansky com os brasileiros que foi acontecendo com o passar do tempo e a possibilidade de novos caminhos tenham ido contra a realização das ambições de Dobzhansky, o que contribuiu para o declínio dos estudos por ele desenvolvidos no Brasil (Monte Siao, 2008, p. 73).

A exemplo do que aconteceu com as pesquisas com genética de populações com *Drosophila*, a Fundação Rockefeller também contribuiu para o desenvolvimento da genética humana no Brasil.

4 PROBLEMAS DE SAÚDE

Na época da terceira visita de Dobzhansky ao Brasil (1952), ele enfrentava alguns problemas de saúde. Havia removido a tireóide e estava com problemas de coração. Natasha, sua esposa, também vinha preocupando Dobzhansky por apresentar problemas cardíacos (Brito da Cunha, 1998, p. 285). Nosso estudo bibliométrico evidenciou a diminuição de publicações por parte de Dobzhansky nesse período.

5 DESEJO DE INDEPENDÊNCIA POR PARTE DOS BRASILEIROS

Aldo Araújo apontou outros motivos que provavelmente contribuíram para a diminuição das publicações de brasileiros com Dobzhansky sobre genética de populações e o rompimento das relações entre eles. Ele assim se expressou ao se referir a um dos projetos relacionados à última visita de Dobzhansky ao Brasil:

O que me parece ter ocorrido para este insucesso no desenvolvimento do projeto de Angra dos Reis e que marcou o fim da colaboração entre Dobzhansky e os brasileiros foi, de um lado (os brasileiros), o desejo de elaborar um grande projeto independentemente de Dobzhansky [...] Do outro lado, Dobzhansky anteviu a oportunidade para testar algumas idéias sobre adaptações associadas à inversões cromossômicas e à dispersão de espécies de *Drosophila*. Em minha visão, ele mantinha uma idéia preconcebida, fortalecida por experimentos com *Drosophila pseudoobscura* realizados nos Estados Unidos, de que as populações estariam isoladas em cada ilha. O projeto era tão grandioso que devem ter lhe escapado algumas incorreções importantes no planejamento. (Araújo, 1998, p. 51)

A discussão que Aldo Araújo faz sugere que houve um rompimento entre Dobzhansky e os brasileiros após a quarta visita em 1955-56. Isso não significa, no entanto, o fim dos trabalhos por parte dos brasileiros com a genética de populações em *Drosophila*.

6 DIVERGÊNCIAS CIENTÍFICAS

Além dos fatores que mencionamos até agora, havia também divergências entre Dobzhansky e brasileiros em relação a alguns aspectos científicos, como, por exemplo, a questão dos genes letais. Os estudos envolvendo os genes letais vinham sendo realizados, pelo menos desde a segunda visita de Dobzhansky em 1948-49, e apresentavam problemas. Isso continuou ocorrendo durante a quarta visita em 1955-56. Mais tarde, em 1958, um grupo com pelo menos oito brasileiros publicou um trabalho contestando a hipótese de que os genes letais existentes nas populações naturais, por terem sido sujeitos à seleção natural, seriam menos deletérios do que os genes letais recém-induzidos por radiações. Essa hipótese vinha sendo tão repetida que passou a ser aceita como um fato, principalmente por ser defendida por Dobzhansky.

Na pesquisa, foram feitos cruzamentos entre letais naturais em 22.500 moscas; entre letais naturais e irradiados em 50.000 moscas, e entre letais irradiados em 17.000 moscas. Os autores concluíram o trabalho do modo que se segue:

Esses dados indicam claramente que, para as condições de laboratório, em *D. willistoni* não há diferença nos efeitos dos letais irra-

diados e dos letais naturais nos híbridos. Os dados experimentais não sustentam, portanto a hipótese de que os genes letais recém-induzidos por irradiação sejam mais drásticos do que os genes letais naturais nos seus efeitos em estado heterozigótico. (Pavan, Brito da Cunha, Toledo, Souza, de Camargo, de Melo, Gabrusewycz, Melara & Gama, 1958, p. 207)

Além do que foi mencionado anteriormente, no mesmo trabalho o grupo divulgou um estudo prévio sobre outro problema relacionado com a dinâmica dos genes letais nas populações naturais: a frequência desses genes.

Os estudos foram desenvolvidos pelo grupo com a análise de 3.463 cromossomos de *Drosophila willistoni* em duas ilhas de Angra dos Reis. A frequência dos genes letais recessivos encontrada na natureza foi: Letais selvagens $q=0,0005$ (1 alelo letal para 1.872 cromossomos); Letais induzidos por radiação $q=0,0006$ (1 alelo letal para 1.591 cromossomos). Portanto, a frequência de genes letais recessivos ($q=\sqrt{u}$, onde u é a taxa de mutação) encontrados na natureza, não atingiu o equilíbrio esperado para populações naturais de *Drosophila willistoni* que deveria ter o valor $q=0,0015^2$. A frequência de genes letais encontrada na análise dos cromossomos foi três vezes menor: 0,0005. O grupo concluiu:

O número de cromossomas analisados até o presente, 3463, é só uma parte do que pretendemos analisar, mas os dados que temos parecem indicar que há seleção contra os genes letais em estado heterozigoto o que indica não serem esses letais completamente recessivos. (Pavan, Brito da Cunha, Toledo, Souza, de Camargo, de Melo, Gabrusewycz, Melara & Gama, 1958, p. 207)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos neste artigo vários fatores tanto de ordem conceitual como de ordem não conceitual que podem ter contribuído para a redução no número de publicações sobre genética de popu-

² Valor esperado por Dobzhansky em *Genetics and the Origin of Species*, 1941, p. 158. (Em proporções muito grandes, nas populações que se cruzam ao acaso o valor de equilíbrio de um gene letal totalmente recessivo é igual a raiz quadrada da velocidade de mutação que produz tal gene letal)

lações com *Drosophila* de Dobzhansky e brasileiros e o subsequente rompimento entre eles. Alguns desses fatores já haviam sido sugeridos por Aldo Araújo, como por exemplo, as proporções amplas assumidas pelo Projeto. Este fato estava relacionado à maneira pela qual Dobzhansky desenvolvia o trabalho científico.

A maneira ampla pela qual Dobzhansky fazia ciência fez com que vários aspectos importantes nas pesquisas sobre genética de populações em *Drosophila* deixassem de ser trabalhados. Estudo bibliométrico realizado anteriormente mostrou que esse tipo de problema já vinha ocorrendo por ocasião da segunda visita em 1948-49, ao indicar a existência de várias publicações que não tinham relação direta com os objetivos propostos pelo Projeto. Ele tinha objetivos diferentes daqueles que apareciam no Projeto que incluíam o teste de hipóteses prévias.

O envolvimento com outros tipos de estudo que não a genética de populações de *Drosophila*, não apenas por parte de Dobzhansky, mas também por parte dos brasileiros, também ocasionou a redução de publicações sobre o assunto. Nesse sentido, nosso levantamento indicou estudos sobre botânica, estudos sobre *Rhynchosciara* e genética humana. A mudança do foco de pesquisa por parte de seus colaboradores, como Pavan, desagradou a Dobzhansky, o que acabou contribuindo para o rompimento das relações entre eles.

Com o passar do tempo, foram surgindo divergências sob o ponto de vista científico entre o geneticista ucraniano e os cientistas brasileiros, como na questão dos genes letais. Estas, somadas ao anseio dos brasileiros por sua independência, contribuíram para o decréscimo das publicações sobre *Drosophila* e o rompimento entre eles. Os problemas de saúde tanto de Dobzhansky como de sua esposa Natasha, durante a terceira visita também comprometeram os resultados esperados.

Acreditamos que os investimentos da fundação Rockefeller e do CNPq, a criação da Sociedade Brasileira de Genética, a concessão de bolsas de estudos a alguns brasileiros relacionadas à genética humana e alguns outros fatores, já na década de 1950, tenham tornado os estudos com genética de populações com *Drosophila* menos atraentes, contribuindo para a migração de alguns pesquisadores para uma nova modalidade de pesquisa que parecia mais promissora: a Genética Humana. Porém, é importante frisar que,

mesmo com o fim da parceria com Dobzhansky, os brasileiros continuaram desenvolvendo trabalhos sobre genética de populações com *Drosophila*.

A análise feita até aqui nos levou a crer que o desgaste das relações entre os brasileiros e Dobzhansky, na fase final de sua parceria, como descrito por Araújo no caso de Angra dos Reis, tenha sido consequência da somatória dos fatores que apresentamos neste capítulo.

Gostaríamos de acrescentar que, apesar dos problemas encontrados e dos momentos em que ocorreu uma diminuição das publicações, a contribuição de Dobzhansky foi bastante significativa pois, através dele, os brasileiros tomaram contato com uma nova e produtiva linha de investigação que trouxe bons resultados, tanto em termos quantitativos (um número considerável de publicações), como qualitativos, através do desenvolvimento de um estudo pouco explorado, a genética de populações em *Drosophila* na região tropical. Além disso, ele introduziu uma nova metodologia que certamente contribuiu para a formação dos pesquisadores do grupo que, individualmente, percorreram caminhos diferentes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo cujo apoio foi fundamental para a realização desta pesquisa que faz parte de minha dissertação de mestrado desenvolvida no Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência da PUC/SP. Agradeço também à minha orientadora, Profa. Lillian Al-Chueyr Pereira Martins por suas críticas e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Aldo Mellender. A influência de Theodosius Dobzhansky no desenvolvimento da Genética no Brasil. *Episteme* **3** (7): 43-54, 1998.

———. Spreading the Evolutionary Synthesis: Theodosius Dobzhansky and Genetics in Brazil. *Genetics and Molecular Biology* **27** (2): 467-475, 2004.

———. Síntese evolutiva, constrição, ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques? Pp.21-39, *in*: PRESTES, Maria Elice Brzezinski; MARTINS, Lillian Al-Chueyr Pereira;

- STEFANO, Waldir (eds.). *Filosofia e História da Biologia 1*. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa, MackPesquisa, 2006.
- BEIGUELMAN, Bernardo. A genética humana no Brasil. *Ciência e Cultura*, **31** (10):1198-1217, 1979 .
- BLACK, George Alexander; DOBZHANSKY, Theodosius; PAVAN, Crodowaldo. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. *Botanical Gazette* **3**: 413-425, 1950.
- BRITO DA CUNHA, Antonio. Crodowaldo Pavan através de algumas reminiscências. *Ciência e Cultura* **42** (9): 688-696, 1990.
- . On Dobzhansky and His Evolution. (Critical review). *Biology and Philosophy* **13**: 281-300, 1998.
- BRITO DA CUNHA, Antonio; TOLEDO, Jeanette S. de; PAVAN, Crodowaldo; SOUZA, H. M. L. de; MELARA, Herminione Elly; GABRUSEWYCZ, Natalia; GAMA, M. R.; CAMARGO, Maria Luiza Pires de; MELLO, Lais Cardoso de. A comparative analysis of the effects of natural and of radiation-induced lethais in heterozygous individuals and their frequencies in natural populations of *Drosophila willistoni*. *Progress in Nuclear Energy, Series VI, Biological Sciences* **2**: 359-363, 1959.
- DOBZHANSKY, Theodosius. *Genetics and the origin of species*. 2ª ed. New York: Columbia University Press, 1941.
- . Evolution in the Tropics. *American Scientist* **38**: 209-221, 1950.
- . André Dreyfus e a Escola Brasileira de Biologia geral. *Ciência e Cultura* **4** (3 e 4): 166-169, 1953.
- FORD, Edmund Brisco. Theodosius Grigorievich Dobzhansky. 25 january 1900-18 december 1975. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* **23**: 59-89, 1977.
- FREIRE-MAIA, Newton. Eugenia e genética de populações. *Cultus* **1** (1): 1-9, 1950.
- . Casamentos consangüíneos em populações brasileiras. *Ciência e Cultura* **3**: 283-284, 1951.
- . Frequencies of consanguineous marriages in Brazilian populations. *American Journal of Human Genetics*, **4**: 194-203, 1952 .
- KERR, Warwick Estevan. Obrigado Pavan. *Ciência e Cultura* **42** (9): 698-699, 1990.

- KOHLER, R. E. *Lords of the fly. Drosophila genetics and experimental life*. Chicago: The University of Chicago Press, 1994.
- LEITÃO FILHO, Hermógenes Freitas. Considerações sobre a florística de florestas tropicais do Brasil. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* (35): 41-46, 1987.
- MONTE SIÃO, José Franco. As contribuições de Theodosius Dobzhansky para o desenvolvimento da genética no Brasil (1943-1960): um estudo bibliométrico. Pp. 203-226, in: MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; PRESTES, Maria Elice Brzezinski; STEFANO, Waldir; MARTINS, Roberto de Andrade (eds.). *Filosofia e História da Biologia 2*. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa, MackPesquisa/Livraria da Física, 2007.
- . *Theodosius Dobzhansky e o desenvolvimento da genética de populações de Drosophila no Brasil: 1943-1960*. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- PAVAN, Crodowaldo. A variabilidade genética e sua importância na evolução. *Ciência e Cultura* 2 (3): 170-183, 1950.
- PAVAN, Crodowaldo; BREUER, Marta Erps. Análise comparativa de cromossomos politênicos de diferentes órgãos de *Rhynchosciara angela*. *Ciência e Cultura* 3 (4): 299-300, 1951.
- . Polytene chromosomes: in different tissues of *Rhynchosciara*. *Heredity* 43 (4): 150-157, 1952.
- . Behavior of polytene chromosomes of *Rhynchosciara angela* at different stages of larval development. *Chromosoma* 7: 371-386, 1955a.
- . Differences in nucleic acids content of the loci in polytene chromosomes of *Rhynchosciara angela* according to tissues and larval stages. *Symposium on Cell Secretion, Belo Horizonte* 90-99, 1955b.
- . Polytene chromosomes of *Rhynchosciara milleri* sp (Diptera, *Mycetophilidae*). *Revista Brasileira de Biologia* 15 (4): 329-339, 1955c.
- PAVAN, Crodowaldo; BRITO DA CUNHA, Antonio. Theodosius Dobzhansky and the development of Genetics in Brazil. *Genetics and Molecular Biology* 26 (3): 387-395, 2003.
- PAVAN, Crodowaldo; BRITO DA CUNHA, Antonio; TOLEDO, Jeanette S. de; SOUZA, H. M. L.; CAMARGO, Maria Luiza Pires de; MELLO, Lais Cardoso de;

- GABRUSEWYCZ, Natalia; MELARA, Herminioni Elly; GAMA, M. R. Análise comparativa dos efeitos de gens letais naturais e de gens letais recém-induzidos por irradiação em indivíduos heterozigotos e da frequência dos gens letais em populações naturais de *Drosophila willistoni*. *Ciência e Cultura* **10** (4): 206-208, 1958.
- PESSOA, Oswaldo Frota; FIGUEIRAS, Paulo. Nota sobre casamentos consanguíneos em Goiás. *Revista Brasileira de Biologia* (17): 73-75, 1957.
- PIRES, João Murça ; DOBZHANSKY, Theodosius. Strangler trees. *Scientific American* (190): 78-80, 1954.
- PIRES, João Murça; BLACK, George Alexander; DOBZHANSKY, Theodosius. An estimate of the number of species of trees in Amazonian forest community. *Botanical Gazette* (114): 467-477, 1953.
- SALZANO, Francisco Mauro. The blood groups of South American Indians *Journal of Physical Anthropology* (15): 555-579, 1957.
- SMOCOVITIS, Vassiliki B. *Unifying Biology: The evolutionary synthesis and evolutionary Biology*. Princeton: Princeton University Press, 1966.

Darbishire, Bateson e Weldon: a controvérsia sobre a hereditariedade em camundongos (1902-1904)

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins *

Resumo: Este artigo trata de um dos episódios que integraram a controvérsia mendeliano-biometricista (1902-1906). Este episódio envolveu principalmente William Bateson (1861-1926), Arthur Dukinfield Darbishire (1879-1915) e Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906) e se deu em importantes periódicos da época, reuniões científicas e na correspondência entre as partes envolvidas. O ponto central da discussão era se os resultados dos cruzamentos experimentais com camundongos obtidos por vários estudiosos podiam ser interpretados em termos mendelianos, como pensava Bateson, ou se eles se encaixavam na lei da hereditariedade ancestral, como pensava Weldon e conforme atestaram os cruzamentos experimentais inicialmente feitos por Darbishire (1902). O objetivo desta comunicação é analisar os aspectos conceituais e não conceituais que contribuíram para a discussão. Este estudo levou à conclusão de que havia problemas em relação ao ponto de partida dos experimentos feitos por Darbishire que comprometeram os resultados e que foram apontados por Bateson no decorrer da discussão. Darbishire não diferenciou os heterozigotos híbridos dos homozigotos dominantes puros. Mas, além disso, ele partiu de uma visão pré-concebida favorável à interpretação biométrica e sofreu pressões para manter sua posição por parte de Weldon e Pearson mesmo quando percebeu estar equivocado e, por outro lado, por parte de Bateson. Estão também presentes na discussão outros aspectos como a luta pela autoridade no campo e as diferenças entre conceitos e terminologia empregados pelas partes envolvidas.

Palavras-chave: história da biologia; hereditariedade; controvérsia mendeliano-biometricista; Bateson, William; Weldon, Walter Frank Raphael; Darbishire, Arthur Dukinfield.

* Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP); Grupo de História e Teoria da Ciência (GHTC), UNICAMP; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Caixa Postal 6059, 13083-970 Campinas, SP, Brasil. E-mail: lacpm@uol.com.br

Darbishire, Bateson and Weldon: the controversy on the heredity of mice (1902-1904)

Abstract: This paper deals with one of the episodes of the controversy between Mendelians and biometricians. The main scientists involved in the discussion were William Bateson (1861-1926), Arthur Dukinfield Dabishire (1879-1915) and Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906). The debate was carried out in important scientific journals and scientific meetings, as well as in the personal correspondence between some of them. The main point of disagreement was whether some results of experimental crossings of mice could be interpreted in Mendelian terms, as suggested by Bateson, or according to Galton's law of the ancestral heredity, as suggested by Weldon, following the first results of Darbishire's experimental crossings of mice (1902). The aim of this paper is to analyze the conceptual and non-conceptual factors that contributed to the discussion. This study led to the conclusion that there were some problems concerning the starting point of Darbishire's experiments, which contributed to the anomalous results, and were pointed out by Bateson as the discussion unfolded. Darbishire confounded heterozygote hybrids with pure dominant homozygotes. Moreover, from the start he had a biased view for the biometrician interpretation. He was pressed from one side by Weldon and Pearson to keep it, even when he had realized it was mistaken, and from the other side by Bateson. There were also other factors that were present in the discussion such as the struggle for authority in the field; and the differences concerning the concepts and terminology employed by both parts.

Keywords: history of biology; heredity; Mendelian-biometrician controversy; Bateson, William; Weldon, Walter Frank Raphael; Darbishire, Arthur Dukinfield.

1 INTRODUÇÃO

Entre 1902 e 1906 ocorreu na Grã-Bretanha uma importante controvérsia. Esta incluiu vários episódios e teve lugar em periódicos científicos da época, livros, reuniões científicas e correspondência envolvendo vários cientistas. De um lado estavam os mendelianos: William Bateson (1861-1926), Charles C. Hurst e Edith Saunders; e, de outro, os biometricistas liderados por Walter F. R. Weldon (1860-1906) e Karl Pearson (1857-1936). Os pontos que estavam em discussão eram: o modo pelo qual ocorriam as variações; qual seria o tipo de variação mais relevante para o processo evolutivo e como as variações eram preservadas.

Um aspecto interessante a ser considerado é que os principais protagonistas dessa controvérsia tomaram como ponto de partida em suas investigações os estudos que poderiam trazer esclarecimentos acerca da origem das espécies, sugeridos por Darwin no

Origin of species. Apesar de muitas vezes adotarem visões diferentes em relação à hereditariedade e evolução, valorizavam a contribuição de Darwin considerando-se seus seguidores (ver a respeito em Martins, 2006a; Martins, 2007, p. 171). Embora alguns deles, como Weldon e Bateson, tivessem realizado seus estudos iniciais sob a orientação dos mesmos mestres (Frank Balfour e William Keith Brooks), posteriormente passaram a adotar diferentes linhas de investigação, muitas vezes introduzindo novas metodologias (Martins, 2007, pp. 171-172).

O objetivo desta comunicação é analisar os aspectos conceituais e não conceituais envolvidos em um dos episódios que integrou a controvérsia mendeliano-biometricista: a discussão entre Bateson, Weldon e Arthur Dukinfield Darbishire (1879-1915) sobre a hereditariedade em camundongos, que ocorreu de 1902 a 1904.

O ponto central da discussão era a interpretação dos resultados de cruzamentos experimentais com camundongos. Havia duas possibilidades: em termos mendelianos (como pensava Bateson) ou em termos da lei da hereditariedade ancestral (como pensava Weldon e conforme indicavam os primeiros experimentos de Darbishire).

A formação de Darbishire ocorreu em Oxford, sendo que ele estudou Zoologia no *Balliol College* sob a supervisão de Weldon, concluindo o curso em 1901. Em outubro desse ano, foi nomeado Demonstrador de Anatomia comparada na Universidade de Oxford. Foi nessa época que começou a se interessar pela hereditariedade. Incentivado por Weldon, Darbishire deu início a uma série de experimentos envolvendo cruzamentos com camundongos, provavelmente no início de 1902. Nesse mesmo ano mudou-se para Manchester¹ em cuja universidade passou a exercer a função de Demonstrador de Zoologia, lá permanecendo até 1905 (Darbishire, Helen, 1917, p. vii).

¹ De acordo com Rachel Ankeny, apesar de Darbishire ter se mudado de Oxford para Manchester, os registros de seus experimentos com camundongos permaneceram em Oxford, com Weldon (Ankeny, 2000, p. 322).

2 OS PRECEDENTES DA DISCUSSÃO

Em publicações de 1902, em que trataram de vários assuntos, Bateson e Weldon interpretaram de modo diferente os resultados dos cruzamentos experimentais em camundongos feitos por outros estudiosos da época.

No primeiro relatório para o *Evolution Committee*, Bateson e Edith Saunders (1902) mencionaram que um desses autores, Georg von Guaita, a partir do cruzamento de camundongos dançarinos² japoneses (cuja pelagem era preta e branca) com camundongos albinos, havia obtido na primeira geração camundongos cuja pelagem e tamanho eram semelhantes ao tipo selvagem (cinza). Ou seja, a primeira geração se apresentava uniforme. Do cruzamento desses híbridos entre si resultaram camundongos de vários tipos: albinos; cinza; pretos e brancos; cinza e brancos; e pretos. De acordo com os autores, a característica “dançarino” se encontrava distribuída nessa geração em proporções mendelianas. Além disso, eles comentaram que do cruzamento de albinos entre si, von Guaita obtivera geralmente camundongos albinos, com apenas uma exceção. Bateson e Saunders concluíram então que:

Fatos como esses sugerem fortemente que, com o cruzamento adequado, as classes podem ser mostradas como consistindo do albino inicial, e um número de formas, algumas das quais seriam até aqui puras, enquanto outras heterozigotas. (Bateson & Saunders, 1902, p. 160)

Em um trabalho que publicou a seguir no mesmo ano, onde tratou principalmente da herança em ervilhas, Weldon (1902) defendeu que a hereditariedade da cor em camundongos poderia ser interpretada em termos da lei da hereditariedade ancestral, ou seja, baseada na ancestralidade das variedades utilizadas. Ele se

² A característica “dançarino” está relacionada ao hábito que alguns camundongos apresentavam de ficar girando como se estivessem dançando, decorrente de problemas em seus canais semicirculares auditivos. Devido a apresentarem esse hábito, muitas vezes, os camundongos dançarinos eram adquiridos e mantidos como animais de estimação.

baseou nos resultados obtidos por outros estudiosos e particularmente naqueles obtidos por Johann von Fischer e comentou:

Muitas pessoas cruzaram as variedades branca, careca e selvagem da ratazana (*Mus decumanus*), as variedades mais próximas do camundongo (*Mus musculus*) também foram cruzadas. Tanto em ratas quanto em camundongos, von Fischer diz que os ratos carecas cruzados com variedades albinas de sua espécie, dão filhotes carecas se somente o pai for careca, filhotes brancos se somente a mãe é careca. [...] mas Haacke e von Guaita encontraram que o camundongo albino europeu ordinário, quando cruzado com o camundongo careca “dançarino” europeu tem descendentes semelhantes ao camundongo selvagem europeu, em relação à coloração, ou quase completamente pretos. (Weldon, 1902, p. 244)

Bateson criticou Weldon por não ter sido justo em relação ao que havia sido proposto por von Fischer, cujo alcance seria muito maior já que este autor estava testando se os progenitores de roedores tais como camundongos ou ratas, bem como outros tipos de animais com os quais realizou cruzamentos experimentais, pertenciam a espécies diferentes ou a variedades e acabou por concluir, em relação aos casos estudados, que os progenitores pertenciam a espécies diferentes. Entretanto, segundo Bateson, a conclusão de von Fisher era equivocada porque, em seus cruzamentos ele não havia diferenciado os “tipos selvagens híbridos” dos “tipos selvagens” puros. De acordo com Bateson, a fonte de erro dos experimentos de von Fischer não era fácil de ser especificada, provavelmente, seria a “falta de cuidado ou preconceito”. Assim, Weldon teria confiado e se baseado no trabalho de von Fischer que apresentava problemas. Bateson comentou ainda que, tanto as investigações de von Guaita como as de Crampe, outro autor mencionado por Weldon, “forneciam material do mais convincente caráter para demonstrar os princípios mendelianos” e se posicionou contra a interpretação feita por Weldon dos resultados obtidos por esses autores (Bateson, 1902, pp. 174-177), que era favorável à lei da hereditariedade ancestral³.

³ A lei da hereditariedade ancestral de Francis Galton (1822-1911), que depois

Weldon, não aceitando a interpretação mendeliana dos resultados de cruzamentos com camundongos, incentivou Darbishire, então um jovem professor em início de carreira, que havia sido seu estudante, a realizar cruzamentos experimentais com camundongos.

3 OS EXPERIMENTOS DE DARBISHIRE

Darbishire cruzou camundongos “dançarinos” japoneses com camundongos albinos comuns⁴ e cujos resultados publicou sob a forma de quatro relatórios, na revista *Biometrika*, o reduto dos biometricistas. No primeiro deles (11/1902), comentou logo no início:

Os cruzamentos experimentais, dos quais este é apenas um primeiro relato, foram efetuados seguindo a sugestão do Professor Weldon com o objetivo de trazer algum esclarecimento sobre o problema da Hereditariedade, e especialmente das Leis de Mendel (Darbishire, 1902, p. 101).

Darbishire explicou que os camundongos dançarinos japoneses eram um pouco menores que o camundongo comum e que se

sofreu algumas modificações por parte de Pearson, admitia que os descendentes herdavam a metade das características dos pais; 1/4 dos avós; 1/8 dos bisavós e assim por diante. Desse modo, o total da contribuição dos ancestrais pode ser representado pela série: $[(0,5) + (0,5)^2 + (0,5)^3, \dots]$ (Galton, 1897, p. 402).

⁴ Darbishire explicou que a escolha desses animais como objeto de estudo se deveu ao fato de eles já terem sido estudados por Haacke e Von Guaita. Haacke afirmara que desses cruzamentos resultavam descendentes com a coloração do tipo selvagem ou preto com uma mancha branca na testa ou no estômago. Von Guaita afirmara que a primeira geração de híbridos apresentava sempre a coloração do tipo selvagem, enquanto que os indivíduos das gerações subseqüentes eram brancos, pretos, marrons ou carecas. Por outro lado, os híbridos da primeira geração não apresentavam a característica dançarino, enquanto esta podia aparecer em certas proporções nas gerações subseqüentes. Darbishire comentou ainda que Bateson interpretara os resultados obtidos por esses dois autores e outros como indicando que o albino era um recessivo puro, sem exceção, enquanto que as outras formas apresentavam vários fenômenos de dominância. Além disso, Bateson atribuíra a falta de uniformidade das características da primeira geração de híbridos à impureza das linhagens que haviam sido utilizadas (Darbishire, 1902, p. 101).

caracterizavam por ficar girando devido a um problema nos canais semicirculares auditivos. Apresentavam pelagem branca no dorso, mas podiam apresentar uma quantidade variável de pelagem castanho-amarelada nas bochechas, ombros e nádegas. Os olhos eram cor-de-rosa. Já os camundongos albinos apresentavam olhos-cor-de-rosa e podiam ser divididos em duas categorias: os puros (criados pelo Sr. Steer e outros) e os resultantes de cruzamentos experimentais (que apareceram de tempos em tempos nas linhagens de ratos carecas, criados para estudos embriológicos, no Laboratório de Oxford) (Darbishire, 1902, p. 102). Em relação aos dois casos de albinos, Darbishire, adotou a visão dos seguidores de Galton: considerava que eles tinham diferentes ancestralidades e que isso fazia diferença. Já para Bateson e os mendelianos não haveria diferença uma vez que, em ambos os casos, os albinos seriam recessivos puros.

Darbishire, com suas investigações, desejava responder a duas questões. A primeira, era se os híbridos produzidos na primeira geração resultante do cruzamento de camundongos dançarinos japoneses com camundongos albinos comuns eram uniformes e a segunda, se seus descendentes, ao serem cruzados entre si, apresentavam a segregação de caracteres, conforme admitido por Mendel (Darbishire, 1902, p. 101).

Em seu primeiro relatório, Darbishire apresentou o resultado de nove cruzamentos de camundongos dançarinos japoneses com camundongos albinos comuns sendo produzidos quarenta e oito descendentes. Como os filhotes híbridos exibiam quatro padrões de pelagem, Darbishire concluiu que não havia uniformidade de coloração e que, portanto, a “lei mendeliana da dominância” não se aplicava. Entretanto, explicou que não era ainda possível saber se a “lei mendeliana da segregação” se aplicava aos cruzamentos entre os descendentes da primeira geração de híbridos, pois esses híbridos ainda não tinham idade suficiente para serem cruzados (Darbishire, 1902, p. 102).

Além disso, notou que, dentre os descendentes dos albinos cruzados entre si, apareciam menos camundongos de cor branca do que tinham surgido nas ninhadas de albinos resultantes do cruzamento de camundongos carecas (Darbishire, 1902, p. 104).

De acordo com Rachel A. Ankeny, Karl Pearson, um dos editores de *Biometrika*, onde o artigo fora publicado, começou a pres-

sionar Darbshire, desejando resultados mais conclusivos. Foi justamente nessa época que Darbshire se mudou para Manchester (Ankeny, 2000, p. 323).

Bateson não confiou muito nos resultados de Darbshire e escreveu para ele indagando qual era a cor dos olhos na primeira geração de híbridos e se eles eram “dançarinos” (carta de Bateson para Darbshire, 31/12/1902, CUL Add. 8634, D.27.a)⁵, uma informação que não havia sido dada no artigo. Darbshire respondeu três dias depois:

A resposta para suas perguntas é (i) A cor dos olhos dos híbridos (da primeira geração) é em todos os casos preta. (ii) Até agora nenhum sinal de dançarino foi detectado na primeira geração. Eu ficarei muito contente em responder a qualquer pergunta que desejar. (Carta de Darbshire para Bateson, 3/1/1903, CUL Add. 8634, D.27.a)

Bateson respondeu no dia seguinte a Darbshire:

Por favor, aceite meus agradecimentos pela resposta que tão gentilmente me enviou. Os fatos suplementares que me comunicou têm um significado tão grande que fiquei surpreso por não terem sido apresentados em suas primeiras notas. Por estar a par de tais casos, naturalmente imaginei que os híbridos teriam olhos pretos, o que dificilmente o leitor casual faria. O ponto relacionado aos olhos, como o senhor deve [...] admitir é crítico para interpretar o caso. (Carta de Bateson para Darbshire, 4/1/1903, CUL Add. 8634, D.27.a)

E continuou:

Sua nota sugere, além disso - sem dúvida não sem intenção - que seus resultados são discrepantes em relação aos de Von Guaita, e minhas afirmações referentes aos mesmos. Não teria sido bom ter chamado a atenção para o fato de que o material que o senhor usou foi diferente daquele utilizado por Von Guaita? Como deve ser de seu conhecimento, Von Guaita utilizou camundongos dançarinos japoneses preto e brancos [com olhos pretos] enquanto o

⁵ A sigla CUL significa *Cambridge University Library* e a identificação que se segue se refere aos documentos consultados na Seção de Manuscritos desta Biblioteca.

senhor usou camundongos castanho-claro e branco com olhos cor-de-rosa. Von G. não deu a cor dos olhos de seus camundongos japoneses mas não tenho nenhuma dúvida de que eles tinham olhos escuros [...]. Mas, para me assegurar, eu fiz esta pergunta a Von Guaita, e se eu tive a resposta, você também deve tê-la⁶. (Carta de Bateson para Darbishire, 4/1/1903, CUL Add. 8634, D.27.a; os sublinhados são do autor)

Bateson terminou a carta dizendo que Darbishire tinha sido muito corajoso em realizar experimentos com uma raça castanho clara e branca, tendo em vista as complexas idiossincrasias relacionadas à sua hereditariedade. Além disso, que os resultados a serem obtidos nesses experimentos seriam provavelmente valiosos e que esperava receber cópias dos artigos a serem publicados (carta de Bateson para Darbishire, 4/1/1903, CUL Add. 8634, D.27.a).

Bateson achou estranha a omissão de Darbishire e interpretou os resultados obtidos nos cruzamentos feitos por Darbishire (a cor dos olhos dos camundongos da primeira geração de híbridos e o fato de eles não apresentarem a característica “dançarino”) como sendo herança mendeliana, já que ambos os progenitores tinham olhos cor-de-rosa. Em uma carta para o amigo Hurst (17/1/1903) assim se expressou:

Os experimentos de Darbishire com camundongos – ou melhor, o relato sobre eles – bateu o *record* da representação enganosa. Eu adivinhei que seus híbridos tinham olhos negros (provenientes de dois progenitores com olhos cor-de-rosa) e escrevi para perguntar. Certamente eles tinham! [...]. Ele também omitiu que von Guaita utilizou camundongos japoneses preto e brancos. (Carta de Bateson para Hurst, 17/1/1903, CUL Add. 8634, D.21.a)

É interessante perceber aqui, nessa carta, que Bateson escreveu a um amigo próximo e integrante do grupo dos mendelianos, que ele tomou a omissão dupla de Darbishire como uma ocultação

⁶ A resposta de Von Guaita foi que a cor dos olhos dos camundongos utilizados em seus experimentos era preta, estando de acordo com o sugerido por Bateson (ver carta de Georg von Guaita para Bateson, 7/1/1903, CUL Add. 8634, D.27.a).

deliberada de importantes informações para a interpretação mendeliana.

Em um segundo relatório (02/1903), que deu continuidade ao primeiro, Darbishire descreveu os resultados de cruzamentos entre camundongos dançarinos japoneses e albinos que complementavam os descritos no primeiro relatório, relacionados às nove famílias, adicionando mais onze novas e, em segundo lugar, os cruzamentos entre os híbridos resultantes dos cruzamentos anteriores e desses híbridos com albinos, perfazendo um total de 20 cruzamentos (Darbishire, 1903a, p. 165). De acordo com Ankeny, o número de camundongos aumentou para 154, tendo aparecido mais variações na coloração de sua pelagem, embora 90% dos camundongos apresentasse a coloração cinza como o tipo selvagem (Ankeny, 2000, p. 325).

Como na primeira geração a cor da pelagem continuou não se apresentando uniforme, Darbishire considerou os resultados obtidos como contrários à lei mendeliana da uniformidade da primeira geração de híbridos (Darbishire, 1903a, p. 170). Além disso, segundo o autor, o cruzamento entre albinos puros resultou em descendentes de olhos pretos, o que também não estava de acordo com os resultados esperados pela interpretação mendeliana, segundo a qual independentemente de sua ancestralidade, os albinos como “recessivos” deveriam se comportar do mesmo modo (Darbishire, 1903a, p. 171), ou seja, produzindo descendentes que apresentassem a mesma coloração de olhos que seus progenitores. Somando-se a isso, o cruzamento entre os híbridos apresentou proporções de indivíduos albinos que não estavam de acordo com os resultados esperados por Mendel (Darbishire, 1903a, p. 173).

4 A INTERVENÇÃO DE BATESON E WELDON

Em uma carta para *Nature* (19/3/1903), Bateson alegou que as linhagens iniciais de camundongos utilizadas nos experimentos de Darbishire não deviam ser puras e ofereceu uma interpretação mendeliana para os resultados, sugerindo uma possível associação entre a coloração da pelagem e a coloração dos olhos: “Diante da enfática declaração contrária [...] não sinto nenhuma hesitação em acreditar que a herança de cor de olho nesses camundongos [...] é estritamente mendeliana” (Bateson, 1903a, p. 463).

Em um artigo que publicou no mesmo ano, comentou que era preciso ter cautela ao afirmar que era impossível que o cruzamento entre albinos pudesse produzir resultado diferente de albinos, pois já se havia observado o surgimento de uma característica dominante a partir do cruzamento de dois recessivos diferentes, em alguns vegetais. Bateson explicou que do cruzamento de duas formas que apresentavam cores recessivas poderiam resultar descendentes com cor dominante, como, por exemplo, no cruzamento de *Datura loevis* branca com *Datura ferox* branca cujos descendentes eram de cor púrpura (Bateson, 1903c, p. 81). A explicação que ele deu foi que, nesses casos, as duas variedades cruzadas, embora tivessem o mesmo caráter recessivo, deveriam diferir em outros aspectos e o híbrido resultante seria formado pela união de gametas diferentes (heterozigoto). Mesmo que no caso dos camundongos a hipótese mais provável para explicar os resultados fosse o erro, havia a possibilidade de que a cor pudesse influenciar a estrutura e vice-versa (Bateson, 1903c, p. 82). Dois anos mais tarde, em um outro relatório, Bateson, Edith Saunders e Reginald Crundall Punnett comentaram sobre o caso do cruzamento de duas variedades de ervilhas com flores brancas, cujos descendentes apresentaram cor púrpura, descrevendo o caso como uma “reversão” à cor púrpura selvagem (Bateson, Saunders & Punnett, 1905, pp. 121-122; Martins, 1997, cap. 3; p. 3.76).

Weldon reagiu à resposta de Bateson e seguiu-se uma série de cartas entre os dois na seção *Letters to the Editor* em *Nature* até que o editor encerrou a discussão, que se prolongara por quase dois meses, em 14/5/1903.

Em sua última carta da série, Bateson escreveu:

Descendentes heterogêneos obtidos a partir do cruzamento de duas raças aparentemente puras devem parecer para o Prof. Weldon um fenômeno ‘surpreendente’, mas é um fenômeno bastante familiar para o criador. Mesmo os albinos não precisam ser puros ou mesmo seus gametas homogêneos para outros caracteres além do albinismo (Bateson, 1903b, p. 34).

Em sua resposta a Bateson, Weldon comentou:

A sugerida heterogeneidade entre gametas de albinos puros agora é mencionada como afetando outros caracteres além do albinis-

mo e é, entretanto, em sua totalidade irrelevante (Weldon, 1903a, p. 34).

E continuou:

Ao assumir que a cor da pelagem é resolvida em elementos mais simples quando os híbridos formam seus gametas o Sr. Bateson segue Mendel; mas em tais casos Mendel assume que os gametas, produzidos pelo híbrido ocorrem em igual frequência, e o Sr. Bateson em outro lugar procurou relacionar essa idéia com a divisão celular. Ao tentar adaptar os resultados de Darbishire à fórmula mendeliana, Bateson abandona sua hipótese (Weldon, 1903a, p. 34).

Weldon finalizou sua resposta afirmando que logo Darbishire publicaria “uma série de novos resultados relacionados à aplicação dos ‘princípios’ de Mendel aos camundongos” (Weldon, 1903a, p. 34), o que aconteceu em junho de 1903.

5 OS OUTROS RELATÓRIOS DE DARBISHIRE

Antes da publicação do terceiro relatório de Darbishire, a troca de cartas entre ele e Bateson continuou, sendo que Darbishire respondia às perguntas de Bateson e se mostrava disposto a acatar suas sugestões. Nessa correspondência foram discutidas algumas discrepâncias que Bateson encontrara entre o primeiro e o segundo relatório de Darbishire.

Nesse ínterim foram publicados dois artigos que apresentavam os resultados de cruzamentos experimentais feitos pelo norte-americano William Ernest Castle e seu estudante Glover Allen, oferecendo outra interpretação para os resultados dos experimentos de Darbishire: embora geralmente o albinismo fosse recessivo para a pigmentação, os camundongos com manchas poderiam ser considerados um mosaico, contendo tanto o fator dominante como o fator recessivo. Assim, o cruzamento poderia trazer de volta as características dos ancestrais (Ankeny, 2000, p. 329).

Conforme salientou William Provine, em seu terceiro relatório (julho de 1903), onde Darbishire apresentou os resultados de cruzamentos entre dançarinos e albinos “extraídos” (*extracted albinos*) utilizou uma afirmação que já havia sido negada várias vezes por Bateson, muito provavelmente seguindo a sugestão de Weldon

(Provine, 2001, p. 75)⁷. Darbshire alegava que uma parte essencial da hipótese mendeliana era que “o recessivo produzido pelo cruzamento de F1 e F2 seria em todos os aspectos similar ao recessivo puro original, o que estava na base da doutrina da pureza dos gametas” (Darbshire, 1903b, p. 282). Nesse sentido, não importava quais fossem os ancestrais desse recessivo.

Em seu terceiro relatório, Darbshire se propôs a “descrever três diferentes tipos de cruzamento em que o caráter dos descendentes de albinos é determinado (ou até certo ponto está relacionado) à ancestralidade do progenitor do albino” (Darbshire, 1903b, p. 282), justamente o oposto, segundo o próprio Darbshire, do que consistia a base da doutrina mendeliana.

A partir do cruzamento de camundongos dançarinos com olhos cor-de-rosa, pelagem amarelo-clara e branca com albinos puros, Darbshire obteve alguns albinos, contrariando a expectativa de Bateson segundo a qual todos os descendentes apresentariam olhos escuros e pelagem colorida (Ankeny, 2000, p. 329).

6 WELDON CRITICA A ABORDAGEM DE BATESON

Em um artigo publicado em *Biometrika*, em 1903, Weldon mencionou os resultados obtidos por Darbshire a partir do cruzamento de camundongos carecas dançarinos com albinos de olhos cor-de-rosa, que tinham sido publicados nos dois últimos números do mesmo periódico. A seguir criticou a interpretação dada por Bateson de que os resultados seriam estritamente mendelianos tanto em relação à cor de olhos como em relação à pelagem. E acrescentou: “Para entender o tratamento do Sr. Bateson é necessário compreender não apenas as próprias doutrinas de Mendel, mas as várias modificações que o Sr. Bateson propõe de tempos em tempos” (Weldon, 1903b, p. 287). Apresentou então várias críticas a Bateson afirmando que quando uma situação não

⁷ Darbshire chamou de “albinos extraídos” (*extracted albinos*) os albinos produzidos de duas maneiras. A primeira, seria a partir do cruzamento de híbridos produzidos na primeira geração entre si. A segunda, seriam os albinos produzidos a partir do cruzamento de híbridos da primeira geração e albinos. Para maiores detalhes, ver a seção 8 deste artigo.

se adaptava à teoria, Bateson simplesmente revisava as idéias da teoria mendeliana forçando essa adaptação, para depois se referir à interpretação dada por ele aos resultados obtidos por Darbishire.

Passou então a atacar a “revisão” que Bateson fizera em relação aos resultados obtidos por Darbishire. Relembrou que Darbishire havia cruzado camundongos normais albinos de olhos cor-de-rosa com camundongos dançarinos japoneses que apresentavam olhos cor-de-rosa e eram carecas com as cores castanho claro e branco. A primeira geração apresentou olhos escuros e não apresentou a característica dançarino. Quanto à coloração da pelagem esta variou, sendo que nenhum descendente era inteiramente branco e sete eram amarelos. Ele acrescentou que a cor de olhos escuros, assim como a cor da pelagem não podia ser explicada através da hipótese mendeliana e nem a partir das afirmações feitas por Bateson (Weldon, 1903b, pp. 294-295).

Não aceitou a hipótese de Bateson para explicar a variabilidade encontrada no primeiro cruzamento de Darbishire, a partir da impureza de uma ou ambas as raças cruzadas inicialmente. Além disso, a segunda hipótese de Bateson, de que a coloração da pelagem dos camundongos fosse determinada por vários fatores, embora plausível, também não fora demonstrada, uma vez que não explicava a variabilidade da primeira geração de híbridos (Weldon, 1903b, pp. 297-298).

Enfim, ao criticar a “revisão” que Bateson fizera em relação aos resultados obtidos por Darbishire atacou diversos pontos que eram defendidos por Bateson tais como: a herança mendeliana podia dispensar a dominância; as características podiam ser herdadas associadas; o sexo podia ser considerado como um fator mendeliano e o atavismo podia ser explicado através da herança mendeliana. Finalizou o artigo nos seguintes termos:

Estou tão ansioso como o Sr. Bateson deve estar para testar os possíveis modos de colocar o comportamento desses camundongos de acordo com os ‘princípios’ de Mendel ou certamente com qualquer outra teoria de hereditariedade. As duas hipóteses fracassaram como pudemos ver. Eu honestamente apelo ao Sr. Bateson, agora que os fatos estão diante dele, para produzir uma fórmula final, expressa em termos de categorias bem definidas nas quais ele inclua os camundongos, que lhe possa parecer capaz de harmonizar o comportamento desses camundongos híbridos e

seus descendentes com os 'princípios' que ele tão fortemente apoiava. (Weldon, 1903b, p. 208)

Em outro artigo, publicado em 1903 nos *Proceedings of the Royal Society of London*, onde tratou da herança da cor da pelagem em ratazanas e camundongos, segundo Provine, Bateson respondeu à maior parte dos pontos abordados por Darbishire e Weldon (Provine, 2001, p. 75). Nesse artigo Bateson, entre outros aspectos, discutiu sobre as vantagens e desvantagens relacionadas à utilização dos camundongos como material experimental. Dentre as últimas mencionou:

Além disso, embora atualmente existam muitos tipos de coloração, poucos deles existem como linhagens puras, e [...] **não é fácil obter material confiável para iniciar os experimentos**. Entretanto, apesar desses inconvenientes, o assunto é bom, e não há dúvidas de que o conhecimento da hereditariedade pode ser rapidamente ampliado através dos experimentos com camundongos. (Bateson, 1903c, p. 77; sem ênfase no original)

No que diz respeito à coloração dos camundongos, Bateson apontou vários problemas que incluíam desde a terminologia confusa até a identificação da pureza em relação ao camundongo selvagem, *Mus musculus* (cinza). Ele se referiu então aos cruzamentos que tinham sido feitos por Lucien Cuénot e sua interpretação. Do cruzamento recíproco de albinos com olhos cor-de-rosa com camundongos selvagens cinza, Cuénot obtivera, sem exceção, camundongos cinza. Em termos mendelianos isso significava que o cinza é dominante e o albino é recessivo. Do cruzamento de *F1* foram obtidos 198 cinzas e 72 albinos, ou seja, o que se aproxima da proporção de 3:1. Bateson comentou:

Em outras palavras, como Cuénot afirmou, os fatos estão de acordo com a proposição de que na formação dos gametas no híbrido *F1* a cor cinza e o albinismo estão em completa segregação, e então, tanto nos híbridos machos como nos híbridos fêmeas existe um número igual de gametas que produzem esses dois caracteres (Bateson, 1903c, p. 80).

Bateson continuou:

De acordo com a mesma hipótese, os camundongos cinza em F_2 devem consistir em *homozigotos* puros cinza (DD) e *heterozigotos* cinza (DR) na proporção de 1:2 (Bateson, 1903c, p. 81).

De acordo com Bateson, Cuénot cruzou os dominantes de F_2 entre si constatou que os resultados de alguns cruzamentos deram as proporções esperadas de heterozigotos e homozigotos, enquanto que outros deram somente dominantes, apesar de em termos quantitativos os resultados coincidirem. Embora Cuénot não houvesse afirmado nada sobre ter testado os “albinos extraídos”, “há poucas dúvidas de que, de acordo com *praticamente* toda a experiência universal, eles não tivessem produzido nada exceto albinos” (Bateson, 1903c, p. 81). Bateson comentou ainda que, na literatura, criadores haviam relatado casos de albinos produzidos a partir do cruzamento de coelhos de pelagem colorida, mas que ele tinha conhecimento somente de um caso em que um cruzamento de camundongos albinos resultara em alguns descendentes marrom e branco, alguns ameixa, alguns cinza e outros albinos, apesar de, segundo quem fez os cruzamentos, terem sido tomadas todas as precauções (Bateson, 1903c, p. 81).

7 A DISCUSSÃO CONTINUA

Nesse mesmo ano, Hurst escreveu para Bateson, após participar de uma reunião em Oxford onde também estavam presentes Weldon e Darbishire:

Francamente eu fiquei muito desapontado com Weldon. Ele foi inteligente e agudo, é verdade, mas muito limitado [...]. Em relação a Darbishire, ele é naturalmente secundário embora, sem dúvida, útil para fazer os experimentos. Sua exposição sobre os experimentos na noite passada foi muito vaga.

E acrescentou:

Eu espero sinceramente que sua mente clareie quando ele for fazer os cruzamentos e registrar os resultados. Uma coisa é certa: Cambridge não tem nada a temer de Oxford em relação a esta questão. Fiquei feliz de saber que Weldon aceitou os princípios mendelianos para o albinismo (Carta de Hurst para Bateson, 25/05/1903, CUL Add. 8634, 9nd).

8 DARBISHIRE FAZ ALGUMAS CONCESSÕES, MAS TAMBÉM ALGUMAS RESTRIÇÕES

Em janeiro de 1904, Darbishire acatando algumas críticas e sugestões de Bateson, publicou seu quarto relatório cujo objetivo era “testar a validade dos princípios mendelianos da Hereditariedade⁸, que tinham adquirido recentemente importância considerável, por estar intimamente envolvidos na questão da origem das espécies” (Darbishire, 1904a, p. 1). Classificou os camundongos em seis grupos, conforme a extensão relativa das manchas sobre a pelagem branca e conforme a coloração dessas manchas.

Admitiu que o albinismo, como a cor de olho, segregava conforme os padrões mendelianos: “Quando os híbridos são cruzados com albinos, metade dos descendentes se parece com o progenitor albino, metade com o progenitor híbrido; este resultado está de acordo com a teoria mendeliana” (Darbishire, 1904a, p. 27).

Aceitou também que a característica “dançarino” era recessiva: “Quando a raça de camundongos dançarinos é cruzada com os camundongos albinos que não são dançarinos, o hábito dançarino desaparece nos descendentes, assim o [hábito] dançarino é completamente recessivo no sentido de Mendel (Darbishire, 1904a, p. 27).

Entretanto, ele apresentou alguns questionamentos à interpretação mendeliana, afirmando que o albinismo não é verdadeiramente recessivo, porque houve variabilidade entre a primeira geração de híbridos:

A correlação entre a coloração da pelagem nos híbridos e seus descendentes por um lado e a ancestralidade de seus avós albinos do outro, não é consistente com a visão de que o albinismo seja um caráter mendeliano recessivo, transmitido “gameticamente puro” por qualquer homocigoto que o possua (Darbishire, 1904a, p. 27).

⁸ Esclareceu que esta terminologia se aplicava em um sentido amplo não apenas ao fenômeno da dominância e segregação mas também à pureza dos gametas (Darbishire, 1904a, p. 1).

Mesmo se comportando como um recessivo, a característica “dançarino” não segrega em proporções mendelianas: “Quando os híbridos [produzidos a partir do primeiro cruzamento] são cruzados entre si, a proporção de indivíduos que exhibe o hábito dançarino é menor que 1/5 do número total de descendentes, e não é uma proporção mendeliana” (Darbishire, 1904a, p. 27).

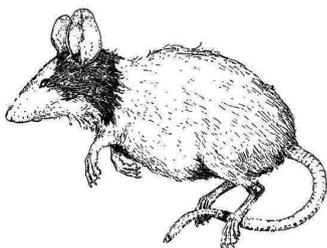


FIG. 1.

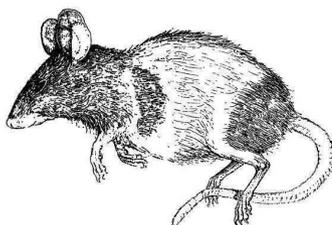


FIG. 2.

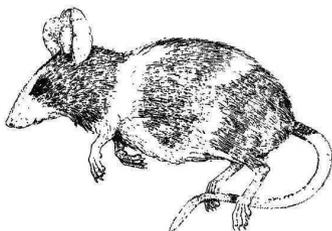


FIG. 3.

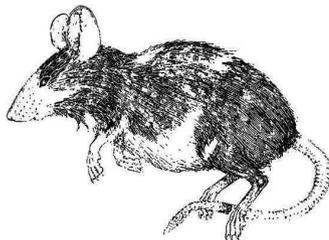


FIG. 4.

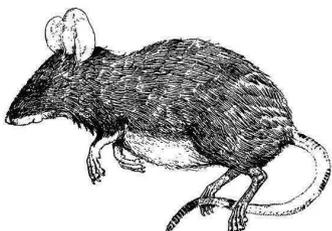


FIG. 5.

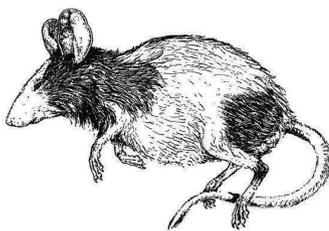


FIG. 6.

Figura 1. Ilustrações de algumas das colorações de híbridos do cruzamento dos camundongos dançarinos com albinos. Fonte: Darbishire, 1903a, p. 166.

Nesse relatório, Darbshire concebeu um tipo de experimento que poderia esclarecer aspectos importantes relacionados à herança dos camundongos. De acordo com a previsão mendeliana do cruzamento entre híbridos da primeira geração, sempre resultariam as mesmas proporções (1/4, 1/2, 1/4 ou 1:2:1) independentemente de quais fossem os ancestrais desses híbridos. Porém, de acordo com a lei da hereditariedade ancestral, essas proporções variariam conforme a ancestralidade desses híbridos. Para testar isso, utilizou em seus cruzamentos híbridos, que ele chamou de “híbridos extraídos” (*extracted hybrids*), produzidos de duas maneiras. A primeira, a partir do cruzamento de híbridos com híbridos da primeira geração (DR x DR) que ele chamou de H x H e a segunda a partir do cruzamento de híbridos com albinos (DR x RR) que ele chamou de H x A.

Darbshire fez então três tipos de cruzamento:

1º) (H x H) x (H x H)

2º) (H x H) x (H x A)

3º) (H x A) x (H x A)

De acordo com a interpretação mendeliana, cada um desses cruzamentos iria produzir o mesmo número de albinos, enquanto que, pela lei da hereditariedade ancestral, os camundongos que tivessem uma maior ancestralidade de albinos iriam produzir um número maior de albinos. Os resultados obtidos por Darbshire indicaram a menor porcentagem de albinos no primeiro cruzamento, a do segundo, maior que a do primeiro e a do terceiro, maior que a do segundo (Darbshire, 1904a, pp. 24-25), ou seja, confirmaram o previsto pela lei da hereditariedade ancestral. O autor concluiu o artigo tendo como base os experimentos realizados afirmando que:

O efeito da variação da ancestralidade é tão grande, em todos os casos examinados, que mostra que o fenômeno observado não pode ser adequadamente descrito exceto em termos da ancestralidade dos indivíduos usados como progenitores (Darbshire, 1904a, p. 27).

9 BATESON E O QUARTO RELATÓRIO DE DARBISHIRE

Bateson comentou a respeito deste artigo em carta (24/3/04) dirigida ao amigo Hurst:

O artigo de Darbshire choca como o mais insolente publicado até agora. Eles sabem o quão preguiçosas as pessoas são, e eles podem ser capazes de blefar por mais algum tempo. Estou dedicando um dia ou dois para analisar os fatos de Darbshire. Que confusão! (Carta de William Bateson para C. C. Hurst, 24/3/1904, CUL Add. 8634, D.21.a)

A troca de correspondência entre Bateson e Darbshire continuou e no início de abril Darbshire respondeu a Bateson:

Eu iniciei esses experimentos com a mais firme resolução de não ser tendencioso para uma ou outra direção e posso honestamente dizer que as idéias que tenho sobre o Mendelismo estão longe de serem fixadas pelo preconceito.

E continuou:

Espero, portanto, que me deixe saber precisamente quais são os pontos sobre os quais deseja informações, e espero que este assunto chegue logo ao fim e que eu possa ficar em paz com os experimentos. (Carta de Darbshire para Bateson, 1/4/1904, CUL Add. 8634 D.27.a)

Bateson trocou uma série de cartas com Darbshire (cartas de Bateson a Darbshire: 21/4/1904; 23/4/1904; 5/5/1904 e 22/5/2004, CUL Add. 8634, D.27.a) fazendo perguntas sobre a origem dos dados de Darbshire e sua interpretação. Darbshire respondeu às cartas e às perguntas de Bateson (cartas de Darbshire a Bateson: 3/4/1904; 11/5/1904, CUL Add. 8634, D.27.a).

Em resposta à carta de Darbshire de 11/5/1904, Bateson comentou que após ter examinado as evidências iria dar o próximo passo, que seria averiguar a conexão entre os diversos experimentos, o que permitiria ter uma idéia dos detalhes do processo. Mas antes de dar início a esse “trabalho considerável, lhe parecia ser desejável ter uma estimativa da qualidade dos registros já publicados, e ver razoavelmente se eles eram acurados” (carta de Bateson a Darbshire, 22/5/1904, CUL Add. 8634, D.27.a).

Bateson apontou alguns problemas encontrados no quarto relatório de Darbishire e a necessidade de correções. Em suas próprias palavras “À primeira vista ficou aparente que o relato do artigo IV difere [...] daqueles apresentados nos artigos anteriores [...] e diversas partes do artigo IV diferem uma da outra” (carta de Bateson para Darbishire, 22/5/1904, CUL Add. 8634, D.27.a).

Para piorar a situação, Bateson descobriu que nos experimentos apresentados no quarto relatório, que traziam resultados favoráveis à lei da hereditariedade ancestral, Darbishire não havia feito a distinção entre indivíduos puros dominantes e híbridos. Isso o levou a um número menor de albinos no primeiro e segundo cruzamentos do que o previsto pela hipótese mendeliana.

Na resposta de Darbishire em carta a Bateson (27/5/1904), o que mais o preocupou foi o fato de ter seus registros desacreditados, pois isso iria arruiná-lo profissionalmente:

Não me importo que você diga o que desejar sobre minhas interpretações e conclusões do artigo sobre camundongos; mas ter os meus registros desacreditados seria devastador e tornaria inútil e uma perda de tempo prosseguir com os dispendiosos experimentos que estou desenvolvendo agora. (Carta de Darbishire para Bateson, 27/5/1904, CUL Add. 8634, 27, D.27.a)

Bateson atendeu ao apelo de Darbishire não tornando público o problema com seus registros, apesar do desejo manifesto em correspondência ser contrário (carta de Bateson a Darbishire, 30/5/1904, CUL Add. 8634, D.27.a).

10 DARBISHIRE FAZ MAIS ALGUMAS CONCESSÕES

Darbishire, que havia se mudado para Manchester em 1902, continuou publicando em *Biometrika* até janeiro de 1904 (quarto relatório). Porém, a partir daí não mais publicou nesse periódico. Seu artigo seguinte apareceu no mesmo ano em outro periódico (*Manchester Memoirs*). Nele Darbishire reconheceu que os camundongos dançarinos surgiam nos cruzamentos experimentais conforme a previsão mendeliana, 25%: “um em quatro era dançarino” (Darbishire, 1904b, p. 13).

Em um encontro da *British Association for the Advancement of Science* na seção de Zoologia, que aconteceu em 18/8/1904, Darbi-

shire apresentou o seguinte relato sobre seus experimentos com camundongos, que foi publicado em 28/9/1904 em *Nature*:

Os camundongos dançarinos japoneses exibem os conhecidos e incansáveis movimentos de giro; eles apresentam a pelagem careca amarela e branca e olhos cor-de-rosa. Quando o albino é cruzado com o dançarino japonês a maioria dos descendentes não pode ser distinguida do camundongo comum doméstico, e eles invariavelmente (em 300 casos) têm olhos pretos. Os híbridos nunca exibem movimentos dançarinos e nunca são albinos. Quando esses híbridos são cruzados entre si, produzem descendentes que, considerados sob o ponto de vista da coloração, caem em três categorias: (1) aqueles (metade do número) com olhos pretos e pelagem colorida, e que portanto, se parecem com seus progenitores; (2) aqueles (um quarto) com olhos cor-de-rosa e pelagem colorida e, portanto, apresentando as mesmas feições de olhos e cor da pelagem que os dançarinos japoneses; (3) aqueles (um quarto) com olhos cor-de-rosa e pelagem sem coloração, i.e., albinos. Cerca de um quarto desses híbridos é dançarino, mas os restantes são normais [...] e o hábito dançarino pode ser associado com qualquer uma das três categorias de coloração. Os albinos (grupo 3), ao serem cruzados entre si, dão descendentes iguais a eles, os camundongos com pelagem colorida quando cruzados entre si dão descendentes na maior parte dos casos semelhantes a eles, e os camundongos de olhos pretos e pelagem colorida, ao serem cruzados com albinos, produzem camundongos de olhos cor-de-rosa com pelagem colorida, e de olhos pretos com pelagem colorida (em proporções ainda não determinadas). Alguns fatos parecem confirmar a interpretação mendeliana, enquanto outros, podem ser descritos em termos tanto da fórmula de Galton como da fórmula de Pearson da hereditariedade ancestral ([Anônimo], 1904, p. 538).

A partir desse relato, Darbishire admitiu que a característica “dançarino” era recessiva e de um modo geral, seguia a segregação mendeliana, o que certamente não agradou a Weldon e Pearson. Nesse sentido, o último manifestou seu descontentamento de forma bastante irônica quanto à mudança de opinião de Darbishire, na seção “Letters to the Editor” da própria revista *Nature* (Pearson, 1904, p. 530), onde aparecera o relato de Darbishire. Ele começou indagando em qual autor (no caso, obviamente Darbishire), o leitor deveria confiar e continuou nos seguintes termos:

Ora, se os dois autores são a mesma pessoa, devemos assumir que em Oxford, sob a influência de um biometricista recessivo, o Sr. Darbishire fracassou em perceber que 97 em 555 era razoavelmente um quarto; ou 20 em 555 era razoavelmente um dezesseis avos, mas ele aprendeu em Manchester, ou talvez em Cambridge com algum anestésico dominante, que essas coisas são realmente assim? (Pearson, 1904, p. 530).

11 DARBISHIRE BUSCA A CONCILIAÇÃO

Em um artigo publicado no início de 1905 em *Manchester Memoirs*, Darbishire (1905) procurou mostrar que os enfoques mendeliano e biométrico não eram incompatíveis, seguindo a linha adotada em seu relato na reunião da *British Association*, descrito na seção anterior. Além disso, reconheceu publicamente que não havia escolhido os híbridos de maneira adequada e assim, os resultados apresentados em seu quarto relatório não podiam ser interpretados como favoráveis à lei da hereditariedade ancestral.

De acordo com Provine, este artigo de Darbishire representou uma fase de transição que antecedeu à conversão completa do mesmo ao mendelismo (Provine, 2001, p. 80). Outro autor que advoga a conversão de Darbishire ao mendelismo é Kyung-Man Kim (Kim, 1994). Entretanto, Rachel A. Ankeny, apresenta uma interpretação diferente. De acordo com ela, Darbishire se recusou a aceitar a posição mendeliana isoladamente e defendeu uma posição neutra, entre as duas teorias (Ankeny, 2000, p. 316). Embora nosso objetivo não seja discutir esse aspecto em particular, em nossas considerações finais procuraremos situar a posição de Darbishire.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise aqui desenvolvida detectou que o episódio apresentou diversas características em comum com outros episódios que integraram a controvérsia entre mendelianos e ancestralistas como um todo, mas, também, indicou algumas particularidades interessantes.

No primeiro caso, estão presentes, principalmente, a luta pela autoridade no campo da hereditariedade (herança mendeliana/lei da hereditariedade ancestral) e, de forma secundária, a evolução

(gradual/saltacional), havendo diferenças na metodologia empregada por ambas as partes. Para os biometricistas, não era relevante distinguir o homozigoto dominante do híbrido, pois eles estavam preocupados apenas com o que se chamou mais tarde de fenótipo.

Weldon (e Pearson) tinham dificuldade em entender que Bateson estava desenvolvendo um programa de pesquisa que incluía encontrar desvios ou exceções aos princípios mendelianos e a proposta de novas leis, uma possibilidade que Mendel abriu em seu artigo sobre plantas híbridas (ver por exemplo, Martins, 2002). Assim, não se tratava somente de procurar encontrar nos resultados dos cruzamentos experimentais que estavam sendo realizados os mesmos princípios que Mendel encontrara ao cruzar variedades diferentes de ervilha.

Os ancestralistas (no caso Weldon) teimavam em admitir pressupostos que não estavam presentes na contribuição original de Mendel, como a “lei da dominância”. O próprio Mendel, no artigo sobre plantas híbridas explicou que havia constatado, ao estudar outros vegetais, sem ser as ervilhas do gênero *Pisum*, que nem sempre havia dominância, mas havia casos em que os descendentes híbridos apresentavam características intermediárias entre seus progenitores e que, além disso, era necessário estudar um maior número de vegetais para poder propor leis acerca de sua herança.

Havia diferenças na interpretação da proposta original de Mendel. Nota-se também a má vontade dos biometricistas em procurar uma solução que considerasse tanto a lei da hereditariedade ancestral como a herança mendeliana, já que no *Mendel's principles of heredity, a defence*, Bateson admitia essa possibilidade (Bateson, 1902, pp. 104-105). Além disso, havia a má vontade e desconfiança inicial de Bateson em relação a Darbishire.

Sob o ponto de vista conceitual, havia diversos problemas em relação ao ponto de partida dos experimentos de Darbishire, problemas esses que comprometeram os resultados por ele obtidos, tais como não ter feito a distinção entre indivíduos dominantes puros e híbridos, o que levou à interpretação dos resultados experimentais em termos da lei da hereditariedade ancestral ou à imprecisão de seus registros.

Ainda que tenha partido de uma visão favorável à interpretação biométrica devido à sua grande admiração por Weldon, e tenha sofrido pressões tanto por parte dos biometricistas, para

manter sua posição mesmo quando percebeu estar equivocado, quanto por parte de Bateson, que detectou a imprecisão de seus registros, Darbishire agiu de modo correto, admitindo seus enganos. Porém, não descartou a possibilidade da existência de fenômenos que poderiam ser explicados através da lei da herança ancestral. Durante a troca de correspondência com Bateson, mostrou extrema boa vontade em rever os pontos por ele considerados problemáticos e, em diversos casos, admitiu ter se equivocado.

A partir do momento em que passou a acatar as críticas de Bateson e a adotar a interpretação mendeliana em vários casos, não teve mais espaço em *Biometrika*, porém o encontrou em outros lugares como no periódico *Manchester Memoirs*, por exemplo. Apesar do envolvimento na controvérsia, não deixou de ocupar uma posição acadêmica, nem durante a mesma, quando lecionava na Universidade de Manchester, nem depois (de 1905 a 1911), quando ocupou o cargo de Demonstrador e lente sênior em Zoologia no *Royal College of Science* de Londres. Em 1911, aceitou o convite para assumir a recém-criada cadeira de Genética, na Universidade de Edimburgo, ficando até julho de 1915, quando se alistou como oficial no exército escocês e veio a falecer em dezembro de 1915, em Gailes, de meningite (Darbishire, Helen, 1917, pp. vii; ix-x). Pode-se dizer, além disso, que teve uma carreira produtiva tendo escrito diversos artigos e dois livros, sendo o último publicado postumamente.

Embora não tenhamos podido verificar, através do exame da correspondência entre Weldon e Pearson, é altamente provável que esses dois cientistas não tivessem tido conhecimento da correspondência pessoal trocada entre Darbishire e Bateson. Porém, uma coisa é certa: eles não admitiram a aceitação de uma interpretação mendeliana em relação a alguns aspectos envolvidos nos cruzamentos experimentais desenvolvidos por Darbishire e nem sua sugestão de que alguns fenômenos pudessem ser interpretados em termos mendelianos e outros pela lei da herança ancestral. Um forte indício disso é que os artigos de Darbishire que se seguiram ao quarto relatório e à comunicação na *British Association*, foram publicados em outro periódico e não em *Biometrika*.

A partir da análise do material referente ao período estudado, não podemos afirmar que Darbishire tenha se convertido ao

mendelismo. Tanto o título de um artigo que publicou em 1905 (“On the supposed antagonism of Mendelian to biometric theories of heredity”) como suas próprias palavras: “É a tese do presente ensaio demonstrar a compatibilidade entre as teorias mendeliana e biométrica e abordar seu aparente antagonismo” (Darbishire, 1905, p. 2), indicam que ele buscava uma conciliação. Essa interpretação é reforçada pelas palavras que esse autor proferiu anos depois, após ter realizado vários experimentos com camundongos, ervilhas, aves e coelhos para testar a hipótese mendeliana, pouco antes de seu falecimento: “Considero que os princípios mendelianos estão ainda *sub judice*; e como eles são tão atraentes devido à sua simplicidade precisam estar sob severo julgamento” (Darbishire, 1915, *apud* Darbishire, Helen, 1915, p. ix).

AGRADECIMENTOS

Sou extremamente grata ao CNPq e à FAPESP pelo apoio recebido, imprescindível para o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço também ao Sr. Geoffrey Waller da Seção de Manuscritos da *Cambridge University Library* e sua equipe que viabilizaram a consulta à grande parte do material original utilizado neste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ANÔNIMO]. Zoology at the British Association. *Nature* **70** (1822): 538-541, 1904.
- ANKENY, Rachel A. Marvelling at the marvel: the supposed conversion of A. D. Darbishire to Mendelism. *Journal of the History of Biology* **33**: 315-347, 2000.
- BATESON, William. *Mendel's principles of heredity: a defence*. Cambridge: Cambridge University Press, 1902.
- . Mendel's principles of heredity in mice. [Letters to the Editor]. *Nature* **67** (1742): 462-463, 1903 (a).
- . Mendel's principles of heredity in mice. [Letters to the Editor]. *Nature* **68** (1750): 33-34, 1903 (b).
- . The present state of colour-heredity in mice and rats. *Proceedings of the Royal Society of London* **2**: 76-106, 1903 (c).
- BATESON, William; SAUNDERS, Edith Rebeca. Experimental studies in the physiology of heredity. Report I. *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society* **1**: 1-160, 1902.

- BATESON, William; SAUNDERS, Edith Rebeca; PUNNETT, Reginald Crundall. Experimental studies in the physiology of heredity. *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society* **2**: 1-131, 1905.
- DARBISHIRE, Arthur Dukinfield. Note on the results of crossing Japanese waltzing mice with European Albino races. *Biometrika* **2** (1): 101-104, 1902.
- . Second report on the result of crossing Japanese waltzing mice with Europea albino races. *Biometrika* **2**: 165-173, 1903 (a).
- . Third report on hybrids between waltzing mice and albino races. On the result of crossing Japanese waltzing mice with “extracted” recessive albinos. *Biometrika* **2** (3): 282-285, 1903 (b).
- . On the result of crossing Japanese walzing with albino mice. *Biometrika* **3** (1): 1-51, 1904 (a).
- . On the bearing of Mendelian principles of heredity on current theories of the origin of species. *Manchester Memoirs* **48** (24): 1-19, 1904 (b).
- . On the supposed antagonism of Mendelian to biometric theories of heredity. *Manchester Memoirs* **49** (6): 1-19, 1905.
- DARBISHIRE, Helen. Preface. Pp. vi-xviii, in: DARBISHIRE, Arthur Dukinfield. *An introduction to a Biology and other papers*. London: Cassel and Company, 1917.
- GALTON, Francis. The average contribution of each several ancestor to the total heritage of the offspring. *Proceedings of the Royal Society* **61**: 401-413, 1897.
- KIM, Kyung-Man. *Explaining scientific consensus: the case of Mendelian genetics*. New York: Guilford Press, 1994.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. Campinas, 1997. Tese [Doutorado em Genética] – Universidade Estadual de Campinas.
- . Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. *Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista* **14**: 27-55, 2002.
- . Weldon, Pearson, Bateson e a controvérsia mendeliano-biometricista: uma disputa entre evolucionistas. *Filosofia Unisinos* **8** (2): 170-190, 2007.

- PEARSON, Karl. The Mendelian quarter. [Letters to the Editor]. *Nature* **70**: 530, 1904.
- PROVINE, William Ball. *The origins of theoretical population. Genetics*. Chicago/London: Chicago University Press, 2001.
- WELDON, Walter Frank Raphael. Mendel's laws of alternative inheritance in peas. *Biometrika* **1**: 228-253, 1902.
- . Mendel's principles of heredity in mice. [Letters to the Editor]. *Nature* **68** (1750): 34, 1903 (a).
- . Mr. Bateson's revisions of Mendel's principles of heredity. *Biometrika* **2**: 286-298, 1903 (b).

A concepção de raça humana em Raimundo Nina Rodrigues

Marcia das Neves *

Resumo: Este artigo trata da visão de raça humana que foi adotada pelo médico brasileiro Raimundo Nina Rodrigues (1862-1906) no período compreendido entre o final do século XIX e o início do século XX. Nesse período, a teoria do “branqueamento” era amplamente aceita em nosso país. Ela se relacionava à mistura das raças oriundas da imigração e partia do pressuposto de que a raça branca era superior às outras. A presente comunicação tem dois objetivos. O primeiro, consiste em apresentar a classificação de raças adotada por Nina Rodrigues. O segundo, consiste em discutir qual era a fundamentação teórica utilizada por esse autor em relação à superioridade/inferioridade de algumas raças em relação às outras. Este estudo levou à conclusão de que Nina Rodrigues não aceitava a classificação de raças adotada na época pela maioria dos trabalhos médicos (que considerava como raças puras a branca, a parda e a preta) tendo introduzido uma outra diferente, inclusive em relação aos mestiços. Nina Rodrigues considerava algumas raças inferiores a outras e era contra a mestiçagem. Entretanto, não procurou fundamentar suas idéias nos conhecimentos científicos de sua época, embora concepções de herança com mistura e atavismo estejam implícitas em seu pensamento.

Palavras-chave: Nina Rodrigues, Raimundo; raças humanas; mestiçagem; história da biologia.

Raimundo Nina Rodrigues' view of human races

Abstract: This paper discusses the views of the Brazilian physician Raimundo Nina Rodrigues' on human races, between the end of the 19th century and the beginning of the 20th century. At this time, the theory of “whitening” was broadly accepted in Brazil. It described the result of the crossings between different races (native or otherwise) and accepted that the white race was superior to the other ones. The present paper has a twofold aim. The first one is to present Nina Rodrigues' classification of races. The second one is to discuss the theoretical foundation employed by the author concerning the superior-

* Mestre em História da Ciência pelo Programa de Estudos pós-graduados em História da Ciência, PUC/SP. E-mail: marcia-n@uol.com.br.

ity/inferiority of the human races. This study led to the conclusion that Nina Rodrigues did not accept the classification of human races adopted by the majority of medical works at that time, that regarded the white, brown and black as being pure breeds. He introduced a new one, in which he included mongrels of several sorts. Nina Rodrigues considered that some races were inferior to others. Moreover, he was against the mixing of races. Although some inheritance concepts such as mixture and atavism were implicit in his thought, he was not concerned in substantiating his ideas on the scientific knowledge of that time.

Keywords: Nina Rodrigues, Raimundo; human races; crossing between races; history of biology.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo trata da visão de raça humana expressa no pensamento do médico brasileiro Raimundo Nina Rodrigues (1862-1906), no período compreendido entre o final do século XIX e o início do século XX. Foi nessa época que se deu o início do movimento eugenista em diversos países tais como os Estados Unidos, Grã Bretanha, Alemanha, França, Rússia e Brasil. Esse movimento associava-se a congressos, legislação da saúde infantil e da família, doenças, debates sobre medicina legal e o papel do Estado em relação ao casamento (Stepan, 1985, p. 355). Seu enfraquecimento se deu perante a sociedade e o meio científico, a partir de 1930, por sua relação com políticas sociais racistas (Stefano, 2001, pp. 7-8).

O movimento eugenista se intensificou no Brasil no início do século XX e, em 1918, foi fundada a Sociedade Eugênica de São Paulo durante uma reunião na Faculdade de Medicina em São Paulo cujo objetivo era discutir os trabalhos eugênicos de Francis Galton¹ (1822-1911) (Stepan, 1985, p. 355). Os principais representantes desse movimento no Brasil foram o médico Renato Ferraz Kehl (1889-1974), cujos trabalhos tinham enfoque “lamarckista”², e o agrônomo Octávio Domingues³ (1897-1972),

¹ Francis Galton, primo de Charles Darwin, cunhou o termo “eugenia” (*eugenics*) em 1883. Para ele, a eugenia era a ciência do melhoramento da hereditariedade humana. Entretanto, a idéia do melhoramento da espécie humana já existia desde a Antigüidade e aparece em várias obras que integram o chamado *Corpus Hippocraticum* (Stefano & Neves, 2008, pp. 445-456).

² A utilização do termo “lamarckista”, assim chamado por considerar como

como representante de enfoque mendeliano (Stepan, 1985, p. 362). Porém, as contribuições de Raimundo Nina Rodrigues (1862-1906), personagem central deste trabalho, são anteriores às contribuições de Kehl e Domingues.

Desde a proclamação da República em nosso país, houve uma preocupação com a imigração relacionada à formação da população. A idéia de formar um povo mais branco fazia parte do pensamento da elite brasileira que acreditava, entre outras coisas, na “extinção” dos elementos “inferiores” através da mescla progressiva com imigrantes selecionados. De acordo com Thomas Skidmore, o período compreendido entre 1880 e 1920 representou o ponto alto de aceitação da teoria do “branqueamento”⁴.

O período mais intenso na questão do “branqueamento” no Brasil, segundo esse autor, foi entre 1880 e 1920, e decorreria da mistura das raças oriundas da imigração ou não. Um decreto que tratava da imigração foi promulgado em 1890 pelo governo provisório. Esse documento considerava livre a entrada de imigrantes com as seguintes condições: que os imigrantes tivessem capacidade para o trabalho; que não estivessem sendo processados por crime; que não fossem oriundos da África ou Ásia, entre outras coisas (Skidmore, 1989, p. 155).

Skidmore argumenta que a idéia de branqueamento partia do pressuposto de que a raça branca era superior às outras e acentuou-se na década de 1930, transparecendo em artigos de diferentes constituições, em decretos-lei, em projetos de lei, apesar de muitos

princípio básico a herança dos caracteres adquiridos, é, segundo Lillian Al-Chueyr Pereira Martins, inapropriado sob o ponto de vista histórico já que não é uma idéia original de Lamarck, mas bastante aceita em sua época ou mesmo anteriormente (Martins, 2007, pp. 218-219).

³ Octavio Domingues, natural do Acre, formou-se em agronomia e lecionou zootecnia, inicialmente na Escola de Agronomia do Pará (1919-1924) e posteriormente na Escola Agrícola Prática “Luiz de Queiroz” (ESALQ) em Piracicaba, São Paulo (1931-1936) (Stefano, 2001, pp. 12-17).

⁴ Ainda do ponto de vista de Skidmore a “teoria do branqueamento” oferecia condições “aos que nela crêem agasalhar idéias aparentemente contraditórias – condenar o tratamento norte-americano do negro (segregação e supressão) e ao mesmo tempo justificar a submissão do brasileiro não branco (Skidmore, 1989, pp. 149, 155).

dos quais não chegam a ser aprovados (Stefano, 2001). Thomas E. Skidmore analisou essa questão como decorrência do compromisso republicano de desenvolver o país. Desse modo, pela necessidade de muitos braços para a lavoura, pois a abolição estava a caminho, procurou-se favorecer a entrada de imigrantes europeus já que, na visão dos fazendeiros, esses seriam mais habilidosos para o trabalho (técnico) de plantar e colher o café (substituindo os escravos) e os brasileiros natos (ou seja, os migrantes de outras regiões) só serviam para o trabalho pesado como desbravar florestas virgens, etc. (Skidmore, 1989, p. 156). Raimundo Nina Rodrigues, nosso personagem central, atuou durante boa parte desse período por isso achamos oportuno apresentá-lo ao leitor já que vamos discutir suas idéias neste estudo.

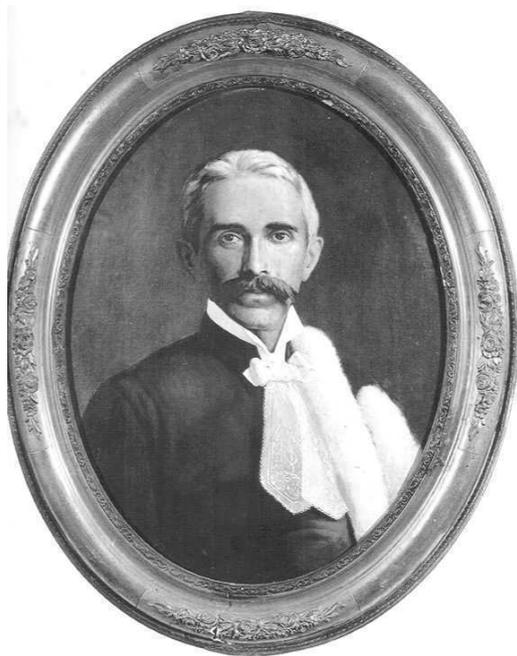


Figura 1. Pintura atribuída a Lopes Rodrigues, retratando Raimundo Nina Rodrigues. Quadro exposto na Sala da Congregação da Faculdade de Medicina da Bahia (UFBA). Imagem disponível em: <www.fameb.ufba.br/historia_med/fotos/nina/pages/foto2.htm>

Raimundo Nina Rodrigues (figura 1) nasceu no Maranhão. Filho de Coronel Francisco Solano Rodrigues, proprietário de terras, e de Luiza Rosa Nina Rodrigues, descendente de uma das cinco famílias de judeus sefarditas⁵ que chegaram às terras maranhenses, fugidas de perseguições político-religiosas da Península Ibérica (Corrêa, 1998, p. 319).

Em 1882, Nina Rodrigues ingressou na Faculdade de Medicina da Bahia. Em 1885, transferiu-se para a Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e cursou o quarto ano. No ano seguinte retornou à Bahia e estagiou na Santa Casa de Misericórdia. A essa época participou da direção da *Gazeta Acadêmica*⁶. Em 1886, concluiu o curso de graduação no Rio de Janeiro e elaborou sua tese de doutorado cujo título era *Das Amiotrofias de Origem Periférica*, defendida no final de 1887 (Corrêa, 1998, p. 321).

Além de dedicar-se à clínica médica em São Luís (Maranhão), Nina Rodrigues publicou em periódicos médicos da época como a *Gazeta Médica da Bahia* e o *Brazil Médico*, sobre assuntos como higiene e lepra, nos quais havia introduzido um quadro classificatório de raças no Brasil, considerando apenas a população do Maranhão (Corrêa, 1998, p. 321). Em 1890, publicou uma série de artigos intitulada “Os mestiços brasileiros”, onde apresentou uma classificação racial da população brasileira. Outro assunto de que tratou na *Gazeta Médica da Bahia* foi a antropologia criminal, em 1892, sob o título “Estudos de craniometria: o crânio do salteador Lucas e o de um índio assassino”⁷, em que o autor propunha um estudo

⁵ Os judeus Askenazim, da Europa Central e Oriental, não eram bem vindos. Já os judeus Sefardim, não sofriam quaisquer restrições (Seyferth, *apud*, Stefano, 2001, pp. 10-12).

⁶ Esta revista foi inspirada no periódico *Gazeta Médica da Bahia* editada pelos estudantes de medicina de 1885 a 1887. (Maio, 1995, p. 229. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1995000200006&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 25 de novembro de 2005).

⁷ Lucas Evangelista era conhecido como Lucas da Feira, por haver nascido em Feira de Santana, Bahia. Ele nasceu em 18 de outubro de 1807. Fez parte do grupo conhecido como “Cangaceiros” do qual, mais tarde, participou Virgolino Ferreira, o Lampião. Para maiores informações ver, por exemplo, Vera Ferreira. Disponível em: <<http://aracaju.infonet.com.br/LAMPILAO/apresentacao.htm>>. Acesso em 13 de novembro de 2006.

científico do criminoso e dos fatores do crime (Rodrigues, 1892, p. 385). Considerou que a população brasileira, composta de uma mistura em quantidades variáveis de três raças distintas, oferecia um rico campo de estudo do criminoso, tanto sob a perspectiva biológica quanto sociológica, pois, em sua visão, os graus de civilização de cada raça eram muito diferentes e estavam em conflito (Rodrigues, 1892, p. 386). Ainda nesse ano, publicou sobre seu primeiro caso de medicina legal (Corrêa, 1998, p. 334).

Este artigo tem dois objetivos. O primeiro consiste em apresentar a classificação de raças adotada por Raimundo Nina Rodrigues. O segundo consiste em discutir qual era a fundamentação teórica utilizada por este autor em relação à superioridade/inferioridade de algumas raças em relação às outras.

2 CLASSIFICAÇÃO DAS RAÇAS HUMANAS

Na época em que Nina Rodrigues atuou profissionalmente havia uma constante preocupação em descrever os integrantes da população. Nina Rodrigues começou por delinear a imagem que se fazia dela pelo próprio povo à sua época. A seu ver, havia uma certa intolerância com os portugueses, os quais eram depreciados e julgados incapazes devido a “baixa estirpe” dos colonizadores (degenerados e prostitutas) (Rodrigues, 1935, p. 16).

No que se refere às raças humanas, Nina Rodrigues acreditava na importância de se definir com maior rigor e diferenciar raças puras primitivas e raças cruzadas. Ele considerou a existência de três raças puras primitivas: a branca, a negra e a vermelha. Acrescentou ainda que nenhuma raça mestiça poderia figurar ao lado delas pois se encontravam em transição e até poderiam desaparecer (Rodrigues, 1890, p. 402).

Nina Rodrigues considerava que a classificação das raças adotada nos trabalhos médicos que consultou a essa época (branca, parda e preta) era artificial e arbitraria já que incluía no mesmo grupo os mestiços de todas as raças (Rodrigues, 1890, p. 402). A seu ver, também falhava ao considerar o índio apenas como elemento presente no cruzamento com outras raças.

Para o autor, esse era o ponto crítico que comprometia os resultados das pesquisas que se baseavam nos caracteres patológicos. Apesar dessa crítica, Nina Rodrigues não incluiu inicialmente

o índio como raça pura em sua classificação. Na série “Os mestiços brasileiros” o índio somente comparava na mistura com a raça branca cujo resultado era o mameluco, e na mistura com a raça negra, cujo resultado era o cafuzo. Apenas em um trabalho que foi publicado posteriormente (*As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil*) ele descreveu a raça vermelha.

Em “Os mestiços brasileiros” Nina Rodrigues fez várias críticas às classificações de raças encontradas nos trabalhos que havia consultado, comparando-as à sua própria. Ele criticou, por exemplo, a contradição do trabalho de Dr. Jansen que pretendia estabelecer a influência diferencial das raças em relação ao parto na espécie negra e, no entanto, não distinguiu raças puras e cruzadas. Nina Rodrigues considerou que esse trabalho tinha pouca solidez, pois, a seu ver, se referia mais aos mestiços do negro do que aos “verdadeiros negros” (Rodrigues, 1890, p. 403). Outra crítica que apresentou nesse mesmo artigo foi dirigida ao estudo do glaucoma realizado pelo médico Dr. Paula Rodrigues⁸. Esse autor havia apresentado uma estatística sobre a frequência relativa do glaucoma nas diferentes raças. Para Nina Rodrigues, a estatística apresentada por esse médico deveria ter considerado que havia no Brasil mestiços de várias raças (resultantes do cruzamento das raças branca com a negra; da raça branca com a vermelha, da raça negra com a vermelha e entre os mestiços resultantes dos cruzamentos entre os descendentes desses cruzamentos). Paula Rodrigues havia considerado apenas um grupo, os mulatos. Apesar disso, Nina Rodrigues concordou com a conclusão do trabalho desse autor de que a “quantidade” de sangue africano determinaria a proporcionalidade na frequência do glaucoma nesses indivíduos (Rodrigues, 1890, p. 404).

A tabela 1 apresenta os dados referentes à pesquisa de Paula Rodrigues que aparecem em “Os mestiços brasileiros” (Rodrigues,

⁸ Os trabalhos dos dois médicos mencionados aqui aparecem nos artigos de Nina Rodrigues que se referem aos mestiços brasileiros sem as referências bibliográficas completas, como ocorre na maioria de suas obras, de modo que não foi possível encontrar os originais desses autores. Um de seus argumentos para uma classificação racial mais “detalhada” está pautado na crítica a esses trabalhos.

1890, p. 404). Ao analisar os dados explicitados na tabela, diferentemente do que acreditava Nina Rodrigues, pode-se perceber que não ofereceram uma amostragem suficiente de indivíduos para tirar conclusões do tipo “a freqüência do glaucoma nos mestiços brasileiros depende e provavelmente será proporcional à quantidade de sangue africano que eles encerrarem” (Rodrigues, 1890, p. 404). A diferença entre indivíduos brancos, 52, e negros, 67, afetados pelo glaucoma, nessa pesquisa, na verdade não mostrou nada, não é “notável” como concluiu Nina Rodrigues, ao contrário é uma diferença bem pequena. Não há uma explicação de como o autor chegou a essa proporção centesimal. As afirmações de Nina Rodrigues são contraditórias a esse respeito quando admite que “esta conclusão devia ser prevista e provavelmente há de ser verdadeira, porém não ficou demonstrada pela estatística” (Rodrigues, 1890, p. 404). As contradições vão além dos dados da pesquisa. O médico maranhense criticou o grupo denominado “mestiços”, por esse médico, pois não acreditava na uniformidade desse grupo e considerava a não distinção da mistura com a raça “americana” (índio) uma falha na análise dos resultados (Rodrigues, 1890, vol. 21 (9), p. 405).

Tabela 1. Dados de Paula Rodrigues, de acordo com Nina Rodrigues

Sobre 154 glaucomatosos eram:	O que dá a seguinte proporção centesimal:
Branços 52	Branços 1,98 %
Mestiços 35	Mestiços 4,18 %
Pretos 67	Pretos 12,38 %

Para Nina Rodrigues seria essencial não somente a distinção da idéia de indivíduos puros ou meio sangue (concepção de mistura), mas também o predomínio de determinadas raças primitivas nos diferentes Estados da confederação, levando-se em consideração os elementos climáticos dos Estados e o processo imigratório pelo qual eles passaram no decorrer dos anos (Rodrigues, 1890, pp. 498, 500; Rodrigues, [1894], 1933, pp. 89-110).

A explicação que Nina Rodrigues encontrou para a evolução mental seria o distanciamento das ações automáticas e reflexas.

Para ele, as raças inferiores se caracterizam pelas ações impulsivas e violentas. Os indivíduos que as constituíam não seriam capazes de evoluir porque não compartilhavam dos mesmos “motivos psíquicos de ordem moral” das raças superiores. As condições de cada sociedade, de acordo com o autor, são o resultado de sua capacidade mental.

O médico maranhense explicou em “Os mestiços brasileiros” (1890) que o único modo de se realizar um estudo metódico das raças mestiças no Brasil seria através de uma revisão e de uma complementação da nomenclatura utilizada até o momento. Apontou como dificuldades desse empreendimento o fato de os cruzamentos ocorrerem de modo irregular, ou seja, de o cruzamento das raças puras entre si, das raças puras com os mestiços e entre os mestiços apresentarem uma herança desproporcional quanto aos caracteres antropológicos e à ocorrência do atavismo (Rodrigues, 1890, p. 401).

Propôs uma classificação de tipos, dividindo-os, inicialmente, em seis grupos: branco, negro, mulato, mameluco ou caboclo, cafuzo e pardo (Rodrigues, 1890, p. 497). Como dito anteriormente, não incluiu os índios como raça pura nessa divisão. Informou que pretendia utilizar a filiação aliada aos caracteres morfológicos como contra-prova das informações mais controversas (Rodrigues, 1890, pp. 403, 497). Os tipos mestiços foram então divididos em quatro grupos, considerando os “mestiços de primeiro sangue de duas das raças puras” e, com o auxílio dos caracteres morfológicos, os que reuniam maior número de caracteres antropológicos: mulatos (resultantes do cruzamento de portugueses com africanos) mamelucos ou caboclos (resultantes do cruzamento de brancos com índios); curibocas ou cafuzos (resultantes do cruzamento de branco com índio ou mulato claro com índio) e pardos (mestiços complexos que associavam as características das três raças) (Rodrigues, 1890, p. 407).

Em 1890, Nina Rodrigues procurou classificar as raças que constituíam o povo brasileiro a partir de dados obtidos principalmente no Maranhão, na Bahia e na região Amazônica, mas também em outras regiões. Quatro anos depois, em 1894, acrescentou alguns itens levando em conta os imigrantes que haviam chegado ao Brasil nesse período. Discutiremos a seguir acerca da classificação da população brasileira feita por Nina Rodrigues em 1890,

conforme aparece em sua obra “Os mestiços brasileiros” e as alterações que ele fez em relação ao assunto na obra que publicou em 1894, *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil*. Os dados referentes a essa discussão aparecem nos quadros que apresentamos mais adiante.

Tabela 2. Raças puras, de acordo com Nina Rodrigues

Raça	1890	1894
Raça branca	Europeus e seus descendentes sem mescla; Mestiços que após certo número de cruzamentos com a raça branca voltavam à mesma.	Branços crioulos não mesclados e europeus, ou latinos, principalmente portugueses e hoje italianos em S. Paulo, Minas, etc., ou de raça germânica; os teuto-brasileiros ao sul da república.
Raça negra	Africanos importados pelo tráfico e seus descendentes sem mistura. Mestiços que voltam à raça negra	Os poucos africanos ainda existentes no Brasil na época e os negros crioulos não mesclados.
Raça vermelha ou indígena	Não foi descrita em 1890.	Brasílio-guarany selvagem das florestas dos grandes estados do oeste e extremo norte, assim como de alguns pontos de outros estados, tais como Bahia, São Paulo, Maranhão, etc.

Nina Rodrigues explicou que a classificação que se propôs a fazer tinha pouca importância sob o ponto de vista histórico. Porém, para o seu propósito, como estudioso do direito penal, se fazia necessário descrever qualquer diferenciação nos elementos antropológicos que formavam a população brasileira naquele momento (Rodrigues, [1894], 1933, p. 89). Essa diferenciação era relevante para a disciplina que ministrava na Faculdade de Medici-

na da Bahia porque, entre outras coisas, ele acreditava que os caracteres morais eram transmitidos de geração em geração.

Na classificação de Nina Rodrigues fica evidente sua concepção de diluição dos caracteres antropológicos no cruzamento entre as raças que foram pré-definidas por ele. Considerava como elementos antropológicos da raça branca os “brancos crioulos”⁹ e aqueles europeus, ou seus descendentes, que se mantivessem “puros”. Admitia ainda que os mestiços de qualquer raça poderiam ser considerados como elementos da raça branca desde que “voltassem definitivamente” a essa após certo número de cruzamentos unilaterais (“sangues”) com a raça branca (Rodrigues, 1890, p. 497). Na obra de 1894, *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil*, passou a considerar, além dos portugueses, os imigrantes italianos que viviam em São Paulo e Minas Gerais e ainda os alemães, no Sul do país (Rodrigues, [1894], 1933, p. 90).

Quanto à raça negra, Nina Rodrigues classificou (como elementos antropológicos?) os indivíduos provenientes da África ou seus descendentes sem cruzamento. Também seriam da raça negra aqueles mestiços que “voltam”¹⁰ à raça negra e “os negros crioulos” (Rodrigues, [1894], 1933, p. 90).

A raça vermelha, ou indígena, somente foi descrita por Nina Rodrigues na obra *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil*, em 1894. Então ele classificou como elementos antropológicos dessa raça os “selvagens”, ou “brasílio-guarany”, e seus descendentes (mesmo aqueles “raros” civilizados). Acrescentou ainda que esses representantes da raça vermelha eram mais freqüentes nos Estados do Oeste e extremo Norte (Rodrigues, [1894], 1933, p. 90).

É possível perceber que, em suas descrições, Nina Rodrigues sempre se referia às cidades ou regiões onde os elementos representantes das raças primitivas eram mais encontrados. Além disso,

⁹ Crioulos, sejam brancos ou negros, têm aqui uma conotação de elementos puros, ou seja, sem mestiçagem, na explicação de Nina Rodrigues.

¹⁰ Esta concepção denota implicitamente a presença da idéia de herança com mistura e atavismo no trabalho de Nina Rodrigues.

ele atribuía grande importância às diferenças regionais, principalmente o clima.

Após descrever o que chamava de as três “raças primitivas”, Nina Rodrigues passou a discutir sobre o grupo composto por mestiços e procurou justificar a classificação dos mestiços que havia adotado através da falta de unanimidade das informações sobre esses grupos (mamelucos ou caboclos, os curibocas ou cafuzos e os pardos) contidas nas obras de autores brasileiros da época¹¹. Ele admitia a existência de diferenças morfológicas entre esses grupos, que deveriam ser levadas em consideração.

Nina Rodrigues considerava os mulatos como sendo o resultado do cruzamento do português com o africano. Os mulatos poderiam ser classificados em três subgrupos: os mulatos de primeiro sangue; os mulatos claros (que retornam à raça branca) e os mulatos escuros, também chamados “cabras”, que podiam ser confundidos com os “negros crioulos” (Rodrigues, [1894], 1933, p. 91). Nina Rodrigues mostrou-se preocupado em relação ao segundo subgrupo (mulatos claros) que representaria a diluição da raça branca como expressou na frase: “de retorno à raça branca e que ameaçam absorvê-la de todo” (Rodrigues, 1894], 1933, p. 91).

Os mamelucos ou caboclos seriam a mistura do branco com o índio ou do mulato claro com o índio. Nina achou necessário esclarecer que os mamelucos eram mais próximos da raça branca e até poderiam ser confundidos com os integrantes desse grupo; já os caboclos eram “verdadeiros”, ou seja, eram mestiços de primeiro sangue (Rodrigues, [1894], 1933, p. 91). Mais uma vez essa questão da quantidade de sangues, ou seja, número de cruzamentos é ressaltada por Nina Rodrigues, o que mostra que ele era adepto da idéia de herança com mistura.

Os curibocas ou cafuzos seriam provenientes da mistura do negro com o índio. Em 1894, Nina Rodrigues enfatizou que seri-

¹¹ Rodrigues não ofereceu referências completas desses autores, de modo que tivemos dificuldade em encontrar tais trabalhos mencionados para poder traçar comparações neste artigo. O que ele comentou sobre os autores que consultou é que as descrições dos mestiços eram muito controversas e não se identificavam com suas idéias (Rodrigues, [1894], 1933, p. 90).

am elementos raros e talvez mais freqüentes na Amazônia (Rodrigues, [1894], 1933, pp. 91-92).

Os pardos são explicados em “Os mestiços brasileiros” como a mistura das três raças e os seus mestiços se apresentam de tal forma que não seria possível identificar nenhuma delas isoladamente (Rodrigues, 1890, p. 402). Em *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil* passou a considerar principalmente os indivíduos que resultam da mistura do mulato com o índio, ou com os mameucos caboclos (Rodrigues, [1894], 1933, p. 92).

Tabela 3. Raças mestiças, de acordo com Nina Rodrigues

	1890	1894
1) Mulatos	Mestiço do português com o africano. Pode ser subdividido em três grupos secundários: Mulatos de primeiro sangue; Mulatos que voltam ao branco; Mulatos que voltam ao negro.	Resultantes do cruzamento do branco com o negro; grupo muito numeroso, constituindo quase toda a população de certas regiões do país, subdividido em: a) Mulatos dos primeiros sangues; b) Mulatos claros, de retorno à raça branca e que ameaçam absorvê-la de todo; c) Mulatos escuros (cabras) produto de retorno à raça negra, alguns podiam ser confundidos com os negros crioulos.
2) Mameucos ou caboclos	Resultantes do cruzamento de Branco com o índio ou mulato claro com índio.	Produto do cruzamento do branco com o índio, muito numerosos em certas regiões como, na Amazônia por exemplo. Na Bahia podiam ser divididos em dois subgrupos: Mameucos que se aproximam e se confundem com a raça branca e caboclos verdadeiros (mestiços dos primeiros sangues) cada vez mais raros.

3) Curi-bocas ou cafuzos	Produtos do cruzamento de negro com o índio.	Produto do cruzamento do negro com o índio. Este mestiço é extremamente raro na população da capital. Porém, é mais freqüente em certas regiões do país, como na Amazônia.
4) Pardos	Mestiços complexos em que se associam os caracteres das três raças, mas não podem ser incluídos de preferência neste ou naquele grupo de mestiços de primeiro sangue.	Produto do cruzamento das três raças e proveniente principalmente do cruzamento do mulato com o índio, ou com os mamelucos caboclos.

A caracterização do indivíduo como pardo seria uma indicação clara de que Nina Rodrigues considerava a diluição dos sangues puros nos mestiços como prejudicial, ou seja, do seu ponto de vista a raça ficaria “descaracterizada” não se incluindo em nenhum dos outros grupos de mestiços.

Nos quadros apresentados percebe-se que em relação ao que Nina Rodrigues chamava de raças puras não houve grandes modificações exceto a adição da raça vermelha ou indígena, na obra *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil*, em 1894, que não aparecia anteriormente, em “Os mestiços brasileiros”, em 1890.

A maior parte do que aparece na obra “Os mestiços brasileiros” em relação às raças puras e mestiças foi mantido na obra *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil*, exceto nos casos que apresentaremos a seguir.

Em relação às raças mestiças na obra de 1894, *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil*, ele acrescentou uma conotação negativa com relação aos mulatos claros. Ele os colocou como uma ameaça à raça branca. Esse tipo de consideração não aparecia na obra anterior, “Os mestiços brasileiros”, em 1890.

Em relação aos mamelucos ou caboclos, na obra “Os mestiços brasileiros”, em 1890, ele os considerou um grupo único. Em *As*

raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil, de 1894, ele os subdividiu em dois grupos: os mamelucos (aproximam-se mais da raça branca e até poderiam ser confundidos com os elementos integrantes dessa raça) e os caboclos considerados verdadeiros (resultado da mistura de “primeiro sangue”) que considerava raros.

De acordo com Nina Rodrigues, a questão étnica em nosso país transformar-se-ia brevemente em um problema, pois os negros não tinham laços de sangue ou outros aspectos sociais que os vinculassem ao Brasil. Eram “estrangeiros”¹².

A vantagem numérica dos mestiços e dos negros considerados “puros” nos Estados do Norte era preocupante pois eles poderiam tomar consciência de si mesmos e dominar os brancos. De acordo com Nina Rodrigues, o fator numérico foi o que possibilitou o estabelecimento da situação econômica e influenciou a independência (Rodrigues, 1935, p. 33). Portanto, para ele, era preciso interferir nesse processo. Nesse sentido, ele optou por desmerecer as características dos mestiços, como se pode perceber no trecho que se segue:

Mestiços, vegetando na turbulência estéril de uma inteligência viva e pronta, mas associada a mais decidida inércia e indolência, ao desanimo e por vezes à subserviência, e assim, ameaçados de se converterem em parto submisso de todas as explorações de régulos e pequenos ditadores. [...] O mestiçamento não faz mais do que retardar a eliminação do sangue branco. (Rodrigues, 1935, p. 25)

Pode-se notar que o trecho acima reforça a idéia de que a mestiçagem, na visão de Nina Rodrigues, não era um processo que deveria ocorrer com a amplitude com que vinha acontecendo pois representava um tipo de ameaça à dominância do “sangue branco”.

¹² A palavra “estrangeiro” significa aqui que os indivíduos que nasceram no Brasil após o tráfico eram ainda considerados africanos. Eles conservaram suas tradições, sua língua mas eram utilizados como “instrumentos” para a realização do trabalho e não eram classificados como integrantes da população nacional (Rodrigues, 1935, p. 33).

Naquele momento, em que os negros estavam se misturando à população brasileira, era crucial conhecer e avaliar sua origem, diferenciando seus caracteres não só morfológicos, quanto morais, pois, do ponto de vista de Nina Rodrigues, esses caracteres estariam se diluindo o que inviabilizaria a uniformidade étnica. Para ele, os negros verdadeiros (elementos antropológicos puros) teriam caracteres mais interessantes do que os mestiços, pois acreditava que a diluição desses caracteres causaria a degeneração.

Geralmente as afirmações de Nina Rodrigues refletem sua rejeição à predominância do elemento negro e seus mestiços na formação da população nacional, porém o grau de nocividade podia variar como se pode perceber na citação abaixo:

Está claro que a influência por eles exercida sobre o povo americano que ajudaram a formar será tanto mais nociva quanto mais inferior e degradado tiver sido o elemento africano introduzido pelo tráfico. Ora, nossos estudos demonstram que, ao contrário do que se supõe geralmente, os escravos negros introduzidos no Brasil não pertenciam exclusivamente aos povos africanos mais degradados, brutais ou selvagens. Aqui introduziu o tráfico poucos negros dos mais adiantados e mais do que isso mestiços chamitas convertidos ao Islamismo e provenientes de estados africanos bárbaros sim, porém dos mais adiantados. (Rodrigues, 1935, pp. 397-398)

Pode-se notar nesse trecho que Nina Rodrigues percebeu que a mestiçagem com os elementos negros era inevitável. Para amenizar sua posição procurou evidenciar as “qualidades” de alguns grupos. Nesse sentido, ele se preocupou em esclarecer qual era a procedência dos diferentes grupos que constituíam a raça negra no Brasil. Na época, a proposta da elite intelectual era fazer uma propaganda “positiva” do Brasil. A ênfase dada aos “chamitas” se deve à análise do etnólogo Augustus Henry Keane (1833-1912) que afirmou a possibilidade desses elementos pertencerem a uma raça branca com características próprias¹³. Nina Rodrigues afirmou:

¹³ Augustus Henry Keane era um antropólogo irlandês que se dedicou à investigação geográfica e etnológica. Ele registrou e classificou quase todas as línguas

Os povos chamitas que, mais ou menos pretos, são todavia um simples ramo da raça branca e cuja alta capacidade de civilização se atestava excelentemente na antiga cultura do Egipto, da Abysínia, etc. (Rodrigues, 1935, p. 398)

Os povos oriundos da África foram divididos, de modo mais geral, em negros *bantús* e *sudaneses*, segundo Nina Rodrigues. O critério empregado foi a linguagem regional:

A zona bantú, ao sul do equador; a zona media, entre o equador e o Sahara; a zona Mchamita do Sahara ao Mediterrâneo, vale do Nilo à Somalis” que, segundo Lepsius a língua primitiva é “peculiar à raça negra”, e uma linguagem mista da região intermediária do bantú e chamita. (Rodrigues, 1935, pp. 398-400)

Como se pode perceber, Nina Rodrigues não só diferenciou os grupos que se estabeleceram no Brasil como também estabeleceu uma hierarquia dentro dessa raça, a negra, sendo que alguns grupos eram inferiores a outros. Os critérios utilizados por ele não eram apenas a cor da pele, mas também havia outros como o idioma, por exemplo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que Nina Rodrigues considerava algumas raças inferiores a outras e era contra a mestiçagem que, em suas próprias palavras, apenas “retardava a eliminação do sangue branco”. Embora, de um modo geral, considerasse a raça negra inferior à branca e nociva como elemento étnico na formação do povo brasileiro, admitia que essa nocividade poderia se manifestar em diferentes graus, conforme a procedência dos africanos.

Nina Rodrigues não aceitava a classificação das raças que, segundo ele, era adotada geralmente nos trabalhos médicos da época (branca, parda e preta), porque esta incluía todos os mestiços no mesmo grupo. Propunha outra classificação que incluía como

conhecidas. Foi professor no University College, em Londres até 1885 (*Classic Encyclopedia*. Disponível em: <http://www.1911encyclopedia.org/Augustus_Henry_Keane>. Acesso em 10 de janeiro de 2008).

raças puras a branca, a negra e, em trabalhos da fase madura de sua obra, a vermelha. Dentre os mestiços, considerava quatro grupos maiores que eram: os mulatos; os mamelucos ou caboclos; os curibocas ou cafuzos e os pardos. Via a necessidade de estudar tais grupos. Entretanto, neste estudo não pudemos examinar outros trabalhos que apresentassem classificações diferentes daquela adotada por Nina Rodrigues. Reservamos essa análise para trabalhos futuros.

Embora não cite o nome de nenhum autor ou teoria de herança da época ou do período anterior e nem procure justificar suas idéias tendo como base as evidências encontradas em algum experimento feito pelos estudiosos que se dedicavam ao assunto, está implícita a idéia de herança com mistura nas obras que consultamos durante esta pesquisa. Essas idéias eram aceitas por Francis Galton, por exemplo. Além disso, aparece uma outra idéia que é a do atavismo, que foi bastante aceita durante o século XIX e que aparece em Darwin, por exemplo.

Em relação à teoria de herança adotada por Nina Rodrigues, talvez não tenha se preocupado em justificar sua posição em termos científicos porque as idéias que advogava eram amplamente aceitas pela elite da época, o que não deixa de enfraquecer sua posição.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi resultado da pesquisa desenvolvida com bolsa CAPES/PROSUP, orientada pela Prof.^a Dr.^a Lilian Al-Chueyr Pereira Martins, durante o mestrado da autora, na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. A autora agradece à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e especialmente à Prof.^a Dr.^a Lilian Al-Chueyr Pereira Martins que com sua orientação possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, Mariza. *As ilusões da liberdade: a escola Nina Rodrigues e a antropologia no Brasil*. Bragança Paulista: Edusp/Editora da Universidade de São Francisco, 1998/2001.

- CLASSIC ENCYCLOPEDIA. *Augustus Henry Keane*. Disponível em :
<http://www.1911encyclopedia.org/Augustus_Henry_Keane>.
Acesso em 10 de janeiro de 2008.
- FERREIRA, Vera. *Lampião*. Disponível em:
<<http://aracaju.infonet.com.br/LAMPIAO/apresentacao.htm>
>. Acesso em 13 de novembro de 2006.
- GALTON, Francis. *Inquires into human faculty and its development*.
London: Macmillan, 1883.
- . *Essays in Eugenics*. London: The Eugenics Education Society, 1909.
- LIMA, Otavio Pereira. *Higiene e vestuário no início de século XX. Algumas idéias de Afrânio Peixoto*. São Paulo, 2006. Dissertação [Mestrado em História da Ciência] – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- MAIO, Marcos Chor. A medicina de Nina Rodrigues: análise de uma trajetória científica. *Cadernos de Saúde Pública* 11 (2): 226-237, 1995. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1995000200006&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 25 de novembro de 2005.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*. Rio de Janeiro: BookLink/Fapesp, 2007.
- MUNANGA, Kabengele. *Rediscutindo a mestiçagem no Brasil: identidade nacional versus identidade negra*. Petrópolis: Vozes, 1999.
- ROBINSON, Gloria. *A prelude to genetics. Theories of a material substance of heredity: Darwin to Weismann*. Kansas: Coronado Press, 1979.
- RODRIGUES, Raimundo Nina. Os mestiços brasileiros. *Gazeta Médica da Bahia* 21 (9): 401-407; (11): 497-503, 1890.
- . Estudos de craniometria. *Gazeta Médica da Bahia* 23 (9): 385-388; (10): 433-437; (11): 479-487; (12): 527-531, 1892.
- . *As raças humanas e a responsabilidade penal no Brasil* [1894]. 2. ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara, 1933.¹⁴

¹⁴ A primeira edição é de 1894, a terceira de 1938 e a quarta de 1957.

- . *Os africanos no Brasil* [1932]. 2. ed. Revisão e prefácio de Homero Pires. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1935 (série V, Brasiliana, vol. IX).¹⁵
- SCHWARCZ, Lília M. *Retrato em branco e negro. Jornais, escravos e cidadãos em São Paulo no final do século XIX*. São Paulo: Companhia das Letras, 1987.
- . Nem preto nem branco, muito pelo contrário: cor e raça na intimidade. Vol. 4, pp. 173-244, *in*: SCHWARCZ, Lília M. (org.). *História da vida privada no Brasil. Contrastes da intimidade contemporânea*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- . *O espetáculo das raças. Cientistas, instituições e questão racial no Brasil. 1870-1930*. São Paulo: Editora Schwarcz, 2000.
- SEYFERTH, Giralda. Eugenia, racismo e o problema da imigração no Brasil. Pp. 248-252, *in*: ALVES, Isidoro & GARCIA, Elena M. (orgs.). *VI Seminário da Sociedade Brasileira de História da Ciência e Tecnologia. Anais*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1997.
- SKIDMORE, Thomas Elliot. *Preto no branco. Raça e nacionalidade no pensamento brasileiro*. 2ª ed. Trad. R. S. Barbosa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989 (Col. Estudos Brasileiros, vol. 9).
- STEPAN, Nancy Leys. Eugenesia, genética y salud pública: el movimiento eugenésico brasileño y mundial. *Quiju* 2 (3): 351-384, 1985.
- STEFANO, Waldir. *Octavio Domingues e a eugenia no Brasil: uma perspectiva 'mendeliana'*. São Paulo, 2001. Dissertação [Mestrado em História da Ciência] – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- . Relações entre eugenia e genética mendeliana no Brasil: Octavio Domingues. Pp. 486-495, *in*: MARTINS, Roberto de Andrade; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; SILVA, Cibele Celestino & FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (eds.). *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: 3º Encontro*. Campinas: ÁFHC, 2004.
- STEFANO, Waldir; NEVES, Marcia das. Mestiçagem e eugenia:

¹⁵ A primeira edição é de 1932, a terceira de 1976, a quarta de 1982 e a quinta de 1988.

um estudo comparativo entre as concepções de Raimundo Nina Rodrigues e Octavio Domingues. Pp. 445-456, *in*: MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; PRESTES, Maria Elice Brzezinski; STEFANO, Waldir & MARTINS, Roberto de Andrade (eds.). *Filosofia e História da Biologia 2*. São Paulo: Mack-Pesquisa, 2008.

STUBBE, Hans. *History of Genetics. From prehistoric times to the rediscovery of Mendel's laws*. Cambridge, MA: MIT Press, 1972.

Definição e classificação de “insetos” por René-Antoine Ferchault de Réaumur

Maria Elice Brzezinski Prestes *

Resumo: Neste artigo serão indicados os critérios de classificação de “insetos” adotados por René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) em suas *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, publicadas em 6 volumes, de 1734 a 1742. Também será analisada a definição que propôs ao conjunto dos insetos e como aplicou essa definição no seu tratado. Veremos os argumentos que utilizou para criticar os métodos de classificação propostos por alguns de seus antecessores e para delinear o seu próprio método. Embora reconhecendo a utilidade desses métodos para a identificação de espécies e coleta, considerou-os baseados em caracteres insuficientes para o estabelecimento de classes e gêneros. Apesar de ter feito críticas à enumeração aristotélica dos insetos, Réaumur optou por adotar preferencialmente o mesmo critério escolhido por Aristóteles, baseado nas semelhanças e diferenças da forma externa do corpo. Além disso, empregou a metamorfose como critério para definir a ordem de apresentação dos insetos e, uma vez que sua classificação não se pretendia exaustiva, adotou o comportamento industrioso dos insetos para a seleção dos que deveriam ser descritos em cada gênero.

Palavras-chave: Réaumur, René-Antoine Ferchault de; história da taxonomia; insetos

Definition and classification of “insects” by René-Antoine Ferchault de Réaumur

Abstract: This article will analyze the criteria for classification of “insects” adopted by René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757) in his *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, published in 6 volumes, from 1734 to 1742. We will describe his definition of insects and how he applied it in his work. We will observe the arguments used by him to criticize the methods of classification methods of his antecessors and to propose his own method. Although critical about the way Aristotle described animals, Réaumur followed the same criteria used by the

* Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e Grupo de História e Teoria da Ciência da Universidade Estadual de Campinas. Rua do Matão, 277, sala 317A, Cidade Universitária, 05508-090, São Paulo, SP. E-mail: eprestes@dialdata.com.br

Greek, based on similarities and differences of the external shape of the organisms. Also, he adopted metamorphosis as a criterion to establish the order under which insects should be presented. As his classification method did not pretend to be exhaustive, behavioral aspects were chosen as a guide to select the species to be described in each genus.

Keywords: Réaumur, René-Antoine Ferchaul de; history of taxonomy; insects;

1 INTRODUÇÃO

Réaumur é conhecido como autor de uma importante obra intitulada *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, publicada em Paris, em seis volumes, entre os anos 1734 e 1742. A sua produção acadêmica foi, contudo, bem ampla e variada. Na Academia de Ciências, publicou mais de 60 memórias sobre temas diversos, entre 1708 e 1742. Seus trabalhos foram marcados pela observação direta dos organismos investigados e por uma criatividade experimental que serviu de inspiração e orientação metodológica a muitos naturalistas do século XVIII. Também deve ser assinalada a motivação prática de seus estudos, aos quais aliava a aplicabilidade da ciência, associada à procura pela difusão do conhecimento.

2 OS INTERESSES DE PESQUISA DE RÉAUMUR

Nascido em La Rochelle, mudou-se para Paris e ingressou na Academia de Ciências como “aluno geômetra”, em 12 de março de 1708, tornando-se “pensionista mecânico” em 14 de maio de 1711¹. Logo foi nomeado vice-diretor e também diretor da Academia, cargos que ocupou alternadamente por 40 anos².

Entre diversos temas de pesquisa, Réaumur dedicou-se à área das técnicas industriais³. Entre suas contribuições está a aplicação

¹ Os seus três primeiros estudos publicados, em 1708 e 1709, nas *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, são sobre matemática.

² Sub-diretor em 1713, 1718, 1722, 1723, 1726, 1730, 1734, 1739, 1746 e 1752. Foi diretor em 1714, 1716, 1717, 1720, 1724, 1727, 1731, 1735, 1740, 1747 e 1753. Ver Institut de France – Académie des sciences. *Les membres de l'Académie des Sciences depuis sa création (en 1666)*. Disponível em: <<http://www.academie-sciences.fr>>. Acesso em 22 março de 2006.

³ Réaumur desenvolveu, desde 1713, no âmbito de um projeto de Jean-Baptiste Colbert, Ministro das Finanças de Louis XIV, pesquisas metalúrgicas e outras,

do microscópio ao estudo da constituição dos metais. Outro de seus interesses nas ciências aplicadas foi o de investigar a produção de aço, cujo processo à época era lento e caro⁴. Além disso, dedicou-se à investigação da constituição, propriedades e fabricação de materiais como vidro, papel e cerâmica. Em 1711, ele “re-descobriu” o segredo de como fazer o corante púrpura dos antigos romanos, a partir de substância produzida por um tipo particular de molusco. Na área da física, desenvolveu instrumentos como um termômetro a álcool que oferecia medidas confiáveis e comparáveis da temperatura (Gough, 1980, pp. 327-335)⁵. Muito usada na época, a escala de temperaturas de Réaumur possuía os pontos extremos da gradação numa escala de zero a oitenta para, respectivamente, a temperatura de congelamento da água e a de ebulição do álcool⁶.

Desde os primeiros anos na Academia, ampliou seus interesses na área de história natural, iniciando pelo estudo do crescimento das conchas de alguns animais. Em 1715, investigou as pérolas artificiais e dois anos depois tentou estimular a produção de pérolas em bivalves. No domínio do vivo, contribuiu com a anatomia e fisiologia de diversos organismos vegetais e animais, especialmente entre os “insetos”, dos quais aprofundou os conhecimentos de seus “costumes” e “comportamento industrioso”. Estudou a locomoção de organismos marinhos como moluscos e estrelas do mar, a regeneração de patas em certos crustáceos, as descargas elétricas de peixes, a bioluminescência de certos moluscos, a formação das teias pelas aranhas. Estudou fósseis e sambaquis. Mostrou os princípios da digestão ácida do suco gástrico em aves de

destinadas à elaboração de uma enciclopédia com a descrição de técnicas industriais.

⁴ Sobre o aço, Réaumur publicou memórias na Academia de ciências (1723 e 1725), além do livro *L'Art de convertir le fer forgé en acier, et l'art d'adoucir le fer fondu, ou de faire des ouvrages de fer fondu aussi finis que de fer forgé*. Paris: M. Brunet, 1722.

⁵ Sobre o termômetro, Réaumur publicou nove memórias na Academia, entre 1730 e 1742.

⁶ Anders Celsius (1701-1744) introduziu em 1742 a divisão centesimal e numa escala invertida (zero representava a ebulição e 100, o congelamento da água).

rapina e publicou um tratado sobre a criação de aves⁷. Coletou animais, principalmente aves e conchas, para seu “gabinete de curiosidades”, onde além dos espécimes conservados, reunia informações sobre os locais onde viviam e seu comportamento. No “Fundo Réaumur” dos arquivos da Academia de Ciências de Paris encontram-se diversas memórias manuscritas sobre o modo de preparar e conservar diferentes tipos de animais (aves, insetos, cobras, moluscos e vermes) para a formação de coleções.

Réaumur doou suas coleções de história natural, bem como seus manuscritos, para a Academia de Ciências, por meio de testamento escrito em 1735 e revisto em 1743. Contudo, em menos de três meses após a sua morte, ocorrida em 17 de outubro de 1757, as coleções de história natural e, em seguida, os manuscritos, foram transferidos para o Jardim Real de Plantas (Greffé, 2007a, p. 2). Essa transferência, à revelia, do testamento de Réaumur foi possível porque ordenada pelo próprio rei da França, atendendo interesses do naturalista do Jardim Real de Plantas, Georges Louis Leclerc de Buffon (Torlai, 1958), um franco opositor de Réaumur⁸. Buffon foi o organizador de longa e exitosa enciclopédia publicada a partir de 1749, a *Histoire naturelle*. Além de estudos sobre minerais, fósseis e sobre a constituição da Terra, essa obra era voltada essencialmente a mamíferos, aves e peixes. Buffon alimentava a crítica que se fazia na época contra os estudos dos “seres vis da natureza”, escrevendo no *Discurso sobre a natureza dos animais*, no quarto volume, que “uma mosca não deve ocupar um lugar maior na cabeça de um naturalista, do que o lugar que ocupa no mundo” (Buffon, 2007, [1753], p. 484).

⁷ *Art de faire éclore et d'élever en toute saison des oiseaux domestiques de toutes espèces soit par le moyen de la chaleur du fumier, soit par le moyen de celle du feu ordinaire*. Paris, Imprimerie Royale, 1749. 2 vols.

⁸ Foram vários os temas que alimentaram os conflitos entre Réaumur e Buffon, que se refletiram também entre os colaboradores de um e de outro, como ocorreu, por exemplo, com o abade Nollet. Colaborador de Réaumur, Nollet foi fortemente combatido na década de 1740 por Buffon, e suas idéias sobre eletricidade acabaram sendo ofuscadas em detrimento das de Benjamin Franklin (Heilbron, 1980, p. 146).

O conflito entre Réaumur e Buffon incidiu também sobre a controvérsia acerca das idéias de geração dos seres vivos. As idéias epigenéticas de Buffon, expressas no volume 2 do *Histoire naturelle*, foram combatidas por Réaumur, de modo indireto, numa obra publicada anonimamente em 1756, *Lettres à un Américain*. A autoria foi reputada informalmente ao abade de Lignac, um amigo íntimo de Réaumur, este tomado, na própria época, como o verdadeiro mentor intelectual das cartas. Essa publicação sistematizava uma série de argumentos contrários ao sistema proposto por Buffon e foram minuciosamente retomados e revistos por Spallanzani (Prestes, 2003, pp. 238-240). Além de serem públicas (Torlay, 1958), as controvérsias entre os dois naturalistas espelhavam, em certa medida, uma revanche entre as duas instituições francesas de maior prestígio no período, a Academia de Ciências e o Jardim Real de Plantas, mais tarde Museu de História Natural de Paris.

Além de Buffon, Réaumur parece não ter tido a simpatia de outro homem notório do período, Voltaire. No verbete “abelhas” de seu *Dictionnaire philosophique*, ao dizer que teria sido Réaumur quem “inventou o reino das abelhas sob uma rainha, mãe de três espécies [de abelhas]”, Voltaire emendou:

Eu não sei quem foi o primeiro a dizer que as abelhas possuíam um rei. Provavelmente não foi na cabeça de um republicano que essa idéia surgiu. (Voltaire, *Oeuvres complètes de Voltaire*)

De fato, Réaumur sugeriu chamar de “rainha” a abelha mais proeminente da colméia, corrigindo, assim o termo “rei” que era usado desde a Antigüidade. Mas na memória sobre as abelhas, Réaumur afirma que “observações feitas há mais de cem anos ensinaram que se tratava de uma fêmea”. Já havia sido proposto pelo autor inglês Butler, que, no entanto, afirmava haver um “povo de amazonas” nas colméias. Réaumur salienta que foi Swammerdam, quem “confirmou por provas incontestáveis, que essa mosca que chamaremos, se assim o quisermos, a Rainha, é uma mãe prodigiosa e fecunda”. E que foi Swammerdam quem “provou muito bem” que todas as abelhas da colméia devem seu nascimento a uma só fêmea, sendo todas as outras infecundas, “a despeito do que foi dito por Butler e tantos outros autores” (Réaumur, 1740, vol. V, p. 233).

Por outro lado, entre os estudiosos do “infinitamente pequeno”, as orientações metodológicas de Réaumur, como a insistência em observar os organismos diretamente na natureza e sob “circunstâncias” novas e especiais, o uso de “expedientes particulares” como o isolamento do organismo sob estudo, as técnicas de dissecação micro-anatômica, o relato de como as observações eram feitas, são exemplos de modos de proceder a pesquisa que foram freqüentemente referidos pelos naturalistas do século XVIII⁹. Além disso, Réaumur salientava a importância da repetição dos experimentos para o estabelecimento mais seguro das conclusões (Ratcliff, 2005, p. 231). Embora possa ter deixado sucessores diretos na arte de observar, mais entre os genebreses do que franceses (Kim, 1995, p. 58), como Charles Bonnet, Abraham Trembley ou Horace-Bénédict de Saussure, Réaumur era também freqüentemente referido por Pierre Lyonet, Albrecht von Haller e Lazzaro Spallanzani. Nas obras deste último, o nome de Réaumur é citado entre os “grandes experimentadores” daquele século, como, em seu discurso inaugural da disciplina de História Natural na Universidade de Pavia, em 1770:

O meu interesse maior que todos é o de imprimir na mente dos jovens isso que entendo por *espírito de observação*. E creio que não posso ensiná-lo melhor, em se tratando de tal objeto, do que já esteja excelentemente examinado por alguns grandes observadores como por um Malpighi, por um Lyonnet, por um Réaumur. (Spallanzani, 1994, p. 12)

Haller dedicou suas *Mémoires sur les parties sensibles et irritables du corps animal*, de 1752, a Réaumur, o “Oráculo”. Também os autores que teorizaram sobre “a arte de observar” no século XVIII, como o genebrês Jean Senebier, tomavam o método de Réaumur como um modelo a ser seguido no estudo dos seres vivos.

O trabalho de Réaumur contribuiu para o que podemos caracterizar hoje como sendo a autonomia do tratamento do ser vivo, tomado objeto complexo de pesquisa no século XVIII. Conforme

⁹ Foi pela sugestão de Réaumur, por exemplo, que Bonnet observou pulgões isolados para compreender a ausência de machos entre eles, levando-o à descrição da partenogênese nesses insetos.

discutido por François Duchesneau, além de representar a emergência de estudos autônomos sobre os seres vivos no século XVIII, investigações como as de Réaumur motivaram a discussão sobre a principal questão que permeia as origens das ciências modernas, a metodológica. Através de uma disparidade de doutrinas e de descobertas empíricas, o debate ocorria então “sobre os métodos de invenção e de demonstração mais apropriados para tomar e representar a essência do vivo na sua complexidade e seu dinamismo próprio”. Tanto os filósofos quanto os praticantes da ciência tentaram elaborar então os modelos explicativos que acabaram por orientar pesquisas ulteriores e “influenciaram, sem dúvida, a economia geral das ciências da natureza e da filosofia nas fases subsequentes” (Duchesneau, 1998, pp. 12-13).

3 AS MEMÓRIAS PARA SERVIR À HISTÓRIA DOS INSETOS

Os seis volumes das *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes* foram bastante difundidos no século XVIII¹⁰. Contaram com duas edições feitas pela *Imprimerie Royale*, além de “reimpressões piratas na Holanda, traduções e imitações”¹¹. A sua abordagem dos inse-

¹⁰ Réaumur não conseguiu publicar os dez volumes que planejara inicialmente. A partir das anotações que deixou, foi publicado em 1928 um sétimo volume, sobre coleópteros e formigas, *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes, par M. Réaumur, T. VII*, com introdução de Eugène-Louis Bouvier e notas de Charles Pérez (Paris: Paul Lechevalier). Dois anos antes, William Morton Wheeler havia traduzido e publicado manuscritos inéditos sobre as formigas (New York: A. Knopf). Em 1955 foi publicada uma segunda parte do sétimo volume, *Histoire des scarabées*, com introdução de Maurice Caullery (Paris: P. Lechevalier). Segundo Albouy (2001a, p. 5) resta ser publicado um oitavo volume a partir dos manuscritos deixados sobre grilos e gafanhotos.

¹¹ Em 1868, Camille de Montmahou publicou em Paris *La vie et les moeurs des insectes. Extraits des Mémoires de Réaumur*, em que resume os seis volumes do *História dos insetos*, alterando numeração e títulos dos capítulos e inserindo ilustrações “modernas”. Em 1825, aparecem as *Letters on entomology*, em que a autora reúne essencialmente informações das *Memórias* de Réaumur. No século XX, foi objeto de reimpressões parciais como as de Torlais, 1939, e Albouy, 2001a, além da *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes: les abeilles* (Le Lavandou: Éditions du Layet, 1981). Os volumes 1, 2, 5 e 6 estão disponibilizados no sistema *Gallica* da

tos foi caracteristicamente utilitária, discutindo longamente, no volume 1 do tratado, o valor econômico da pesquisa entomológica. Seda, cera, mel, laca e cochonilha, são alguns dos produtos estudados (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 3-8).

3.1 Definição de insetos

Antes de abordarmos a classificação dos insetos proposta por Réaumur, é necessário esclarecer o que se entende pelo termo “inseto” no início do século XVIII. Um inseto não representava apenas os animais com cabeça, tórax e abdome segmentados e dotados de três pares de pernas articuladas, como designamos hoje, mas referia-se a quase todo pequeno animal (invertebrado)¹². Na primeira memória (capítulo) do volume um da sua *História dos insetos*, intitulada “Da história dos insetos em geral: e dos aspectos pelos quais se propõe tratá-la nesta obra”, Réaumur propõe uma concepção desvinculada da origem do nome:

Os anéis que compõem o corpo de uma infinidade de pequenos animais, as espécies de incisões que se encontram na junção de dois anéis, lhes deram, aparentemente, o nome de insetos, que hoje não se restringe mais àqueles que possuem tais incisões. (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 57)

Assim, sem possuírem qualquer coisa parecida com tal tipo de incisão em seu corpo, Réaumur considera pertencentes ao grupo dos insetos as lesmas, as estrelas do mar, os ouriços. Considerando ainda que os caramujos nada mais são que lesmas com conchas, conclui que as espécies dotadas de conchas são também um ramo do grupo dos insetos. Note-se que embora Réaumur claramente não tome a segmentação do corpo ou das extremidades do corpo como um critério de semelhança entre os membros do grupo dos insetos, continua a usar a característica “forma do cor-

Biblioteca Nacional da França.

¹² Aristóteles denominava “insetos” os animais “segmentados”, que possuíam “três partes comuns”: “a cabeça, o tronco em torno do ventre e em terceiro lugar o intervalo dessas duas partes que corresponde nos outros [animais] ao peito e às costas” (Aristote, 1994, p. 227).

po” como um parâmetro de análise, como se lê na seguinte passagem:

Eu gostaria de considerar insetos todos os animais cujas formas não nos permitem colocá-los na classe dos animais quadrúpedes comuns, na classe das aves e na dos peixes. (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 57)

Assim, em vez de especificar os traços distintivos dos insetos, Réaumur apresenta tão somente uma definição “negativa”, isto é, para ele deveria ser inseto tudo o que não fosse peixe, ave ou mamífero. Reforça seu argumento, lembrando que não seria próprio delimitar o grupo adotando o critério do tamanho diminuto, pois há insetos cujo tamanho ultrapassa o de espécies de outros grupos, conforme os exemplos indicados no trecho a seguir:

O tamanho de um animal não deve ser [critério] suficiente para tirá-lo do conjunto dos insetos. Os viajantes que contam de aranhas tão grandes quanto pardais talvez exagerem, mas nós já vimos borboletas em vôo, cuja envergadura das asas ultrapassa a de certos pássaros pequenos. Uma lagarta não será menos lagarta se encontrarmos uma que tenha muitos pés de comprimento. Um crocodilo seria um inseto furioso, mas eu não teria nenhuma dificuldade em lhe dar esse nome (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 58).

Incluindo assim um réptil de grande porte, vê-se que Réaumur não hesita em alargar os limites da classe dos insetos. Ele sugere:

Todos os répteis pertencem à classe dos insetos pelas mesmas razões que as minhocas pertencem. Os lagartos, que apesar de suas quatro patas em geral se elevam muito pouco quando andam, de modo que a maioria parece rastejar, são ainda uma dependência da classe dos insetos. As rãs e os mais feios dentre todos os animais, os sapos, são também da alçada dos insetos. (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 58-58)

Réaumur foi, portanto, bastante explícito ao incluir répteis e anfíbios entre os insetos, ao lado dos demais animais posteriormente denominados invertebrados. Veremos adiante, contudo, que não foi exatamente assim que ele aplicou essa definição ao longo das memórias que compõem os seis volumes do seu tratado sobre os insetos.

3.2 Métodos de classificação de insetos discutidos por Réaumur

Vejam agora qual foi a proposta de Réaumur para a classificação dos insetos. Na mesma memória “Da história dos insetos em geral”, Réaumur primeiro discute os métodos de classificação já existentes na época e, apontando-lhes as vantagens e desvantagens, acaba por descrever o método que criou e decidiu adotar. Réaumur identifica as propostas anteriores conforme os critérios que serviram para estabelecer três tipos de classificações, baseadas na forma do corpo, nas transformações porque passam e nos locais onde vivem.

3.2.1 Método baseado em aspectos morfológicos

Entre outros autores da Antigüidade, Réaumur menciona a enorme quantidade de “fatos” coletados por Aristóteles no livro *História dos animais*. Réaumur menciona que Aristóteles enumerou os animais “que se assemelham por certos aspectos” e os que “diferem entre si por outros aspectos”, ou seja, que o sábio grego usou aspectos morfológicos para organizar os animais. Sem maiores comentários, Réaumur critica a forma pela qual os animais foram descritos por Aristóteles, considerando-a uma enumeração que não seria nunca completa, além de muito longa, dificultando a memorização (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 27-28).

No entanto, sabemos que Aristóteles, embora não tenha feito agrupamentos sistemáticos de animais, tratou-os, ao longo de sua *História dos animais*, segundo algumas características que permitem classificar os animais tanto no nível dos grandes grupos como no de espécies. Assim, por exemplo, ele dividiu-os entre os que possuem sangue [vermelho] e os que não o possuem. Estes últimos, são subdivididos em *Malachia* (moluscos cefalópodes), *Malascostraca* (crustáceos), *Ostracoderma* (moluscos com conchas) e *Entoma* (corpo dividido por incisões mais ou menos completas e que excluía os ápodos) (d’Aguillar, 2006, p. 16). Aristóteles levou em consideração aspectos da forma das partes (homogêneas e heterogêneas) do organismo, bem como das variações no número e

na posição dessas partes. Além disso, indicou que as diferenças entre os animais diziam respeito também “aos modos de vida, às ações, ao caráter”¹³.

No caso específico dos *Entoma*, ele reuniu o grande conjunto dos animais articulados, excluídos os crustáceos (Essig, 1936, p. 88). Vale notar que obras do início do século XIX, segundo o que pudemos levantar no momento, apresentavam, em forma de esquemas, a formação de grupos distintos divisados por Aristóteles¹⁴. Essas obras salientam os critérios utilizados por Aristóteles para classificar os insetos, como ausência ou presença (e número) de asas, presença ou ausência de ferrão, presença ou ausência de órgão picador e mandíbulas, tipos diferentes de asas – membranosas, escamosas e coriáceas (Aristóteles, 1994, pp. 227-230)¹⁵.

3.2.2 Método baseado nas transformações por que passam

Um novo grupo de classificações tomava por base aspectos relativos à metamorfose dos insetos. Réaumur menciona que essas transformações, que os modernos continuam chamando com o “nome obscuro dado pelos antigos”, “metamorfose”, por atribuírem ao fenômeno um poder semelhante ao dos deuses e

¹³ Quanto aos modos de vida e ações, havia, para Aristóteles, os animais aquáticos e os terrestres; os que são imóveis, os que nadam, os que andam, os que possuem asas e os ápodas, assim como os que partilham mais de um desses modos de locomoção; os que são gregários e os solitários; os que caçam a comida e os que a acumulam; os que vivem em cavernas e os que vivem fora delas; os diurnos e os noturnos; os domésticos e os selvagens; os que emitem sons e os desprovidos de voz; os que habitam nos campos, nas montanhas e entre os homens; os que vivem no mar alto, na costa ou nos costões rochosos; os que se defendem e os que se conservam. Quanto ao caráter, há os doces e indolentes e os irascíveis e indóceis; os inteligentes e os vis; os nobres e os pérfidos; os de boa linhagem e os que não derivam de sua própria natureza; os trapaceiros e os afetuosos (Aristóteles, 1994, pp. 62-68).

¹⁴ Ver em James Rennie, *Insect miscellaneous*, 1831.

¹⁵ A distinção entre insetos alados e sem asas foi seguida por Linné para a formação da primeira divisão entre os insetos. Cuvier e Lamarck farão uso do critério presença ou ausência de mandíbula para separar os insetos em dois grandes grupos, subdivididos pelo número de asas (Cuvier) e pelo formato das asas (Lamarck).

das fábulas, foram bastante estudadas entre os “modernos” como Libavius, Malpighi e Swammerdam. Este último, teria fornecido “a base da ciência dos insetos”. Ainda segundo Réaumur, foi Swammerdam quem percebeu que as transformações porque passam os insetos são bastante diferentes conforme a espécie, possibilitando o uso desse aspecto na classificação, no que foi seguido também pelo inglês John Ray¹⁶. Swammerdam formou quatro grupos de insetos que são assim descritos por Réaumur:

- I. Insetos que saem dos ovos com forma semelhante à do final do crescimento. Ovíparos ou vivíparos. Aranhas, minhocas, sanguessugas.
- II. Insetos que nascem com seis pés mas com asas não desenvolvidas e sofrem mudanças pequenas [hoje chamados de insetos com metamorfose incompleta] Grilos, gafanhotos, percevejos, moscas.
- III. Insetos que saem do ovo como lagartas ou vermes [larva] e sofrem transformações consideráveis antes de assumirem sua derradeira forma [hoje, metamorfose completa]. Borboletas, abelhas, vespas, formigas e diversas moscas.
- IV. Insetos que sofrem transformações despreendendo um só invólucro [pupa nua]. Mosquitos.

Embora reconheça a importância do estudo de Swammerdam, especialmente por ter mostrado que diversos vermes e diversos insetos constituíam fases diferentes da vida de uma mesma espécie, Réaumur enumera ao menos três problemas no método: separa insetos semelhantes; emprega um número muito pequeno de divisões, quatro, para dar conta das tantas diferenças encontradas entre os insetos; e não permite que se identifique prontamente a que classe e gênero pertence um dado inseto encontrado, pois, para tanto, seria necessário acompanhar todas as transformações pelas quais ele passa (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 31-36, 39-40).

¹⁶ John Ray e Francis Willughby classificaram os insetos pela metamorfose associada à presença e ausência de patas, tipos de asas, bem como ao ambiente aquático ou terrestre (Rennie, 1831, pp. 386-388).

3.2.3 *Local onde vivem*

Réaumur conheceu e discutiu também uma classificação baseada no local onde vivem os insetos e que foi adotada pelo paduano Antonio Vallisneri¹⁷. Segundo Réaumur, em um livro intitulado *Nova idéia de uma divisão geral dos insetos*, Vallisneri apresentou uma classificação dos insetos em quatro grupos e que pode ser assim esquematizada:

- I. Insetos que vivem nas plantas e delas se alimentam.
- II. Insetos que vivem, nascem e morrem na água
- III. Insetos que vivem sob a terra, areia, na lama, nas pedras, no calcáreo, nas conchas que ficam fora do mar, nos ossos de organismos mortos.
- IV. Insetos que vivem sobre outros animais, ou dentro de outros animais.

A partir desses 4 grupos, Vallisneri propôs subdivisões diversas. No primeiro grupo, por exemplo, propôs 42 sub-divisões principais, que se subdividem novamente. Réaumur relaciona as dificuldades desse sistema: a) como classificar insetos que mudam de ambiente durante sua metamorfose? b) onde classificar aqueles que vivem em lugares diferentes mas se assemelham na forma do corpo?

Apesar das críticas, Réaumur destaca a utilidade dos métodos de Swammerdam e Vallisneri. Uma tabela desenhada segundo a idéia de ordem de Vallisneri “seria muito cômoda para encontrar os insetos no campo”. Aliás, recomenda que se fizessem catálogos de insetos conforme o local onde vivem, seguindo o modelo (geográfico) dos botânicos, como o de Tournefort que forneceu um

¹⁷ Réaumur não discute a classificação de Aldrovandi, que também separou os insetos pelo local onde vivem, em terrestres e aquáticos, e depois pela presença ou ausência de patas e de asas. Réaumur foi bastante depreciativo quanto ao trabalho de Aldrovandi e outros renascentistas. Criticou-os por apenas repetirem Aristóteles e os Antigos, parecendo “acreditar que os modernos eram incapazes de pensar e mesmo de ver por si próprios”. Réaumur chegou a criticá-los por terem colocado borboletas e larvas em grupos distintos, apesar de ele mesmo ter descrito que a metamorfose só fora devidamente estudada posteriormente, por Swammerdam (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 28; 38).

catálogo das plantas da região de Paris¹⁸. Uma outra tabela, desenhada segundo o plano de Swammerdam, permitiria “conhecer, numa olhadela, as transformações porque passa cada inseto durante sua vida” (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 38-39).

Em suma, fica claro na argumentação de Réaumur que ele atribui ao método de Vallisneri uma utilização para fins de coleta e identificação, enquanto o de Swammerdam permitia estabelecer conhecimentos sobre a fisiologia dos insetos. Em outras palavras, nenhum dos dois métodos atenderia, segundo Réaumur, a verdadeira finalidade da classificação que ele buscava alcançar, conforme o declara:

Um dos principais objetivos de meu trabalho é o de **fornecer os caracteres de classe e de gênero** de diferentes insetos, a partir de sua forma, e bem claros para que se possa **decidir a qual gênero pertence** um inseto que observamos pela primeira vez. (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 40, sem ênfase no original)

Ou seja, para Réaumur era necessário que o método proposto fornecesse critérios, não apenas de *identificação*, mas, também, de *classificação*, ou seja, de inserção da espécie em grupamentos determinados, como classe e gênero.

3.3 Os critérios da classificação de insetos de Réaumur

Réaumur propõe que para os agrupamentos mais gerais fosse adotado o critério da forma exterior do organismo, por ser “mais cômodo” e “mais natural”. Além disso, diferentemente das plantas, cujo porte e folhas lhe pareciam “desguarnecidas de caracteres bem marcados, constantes e exatos”, os insetos ofereciam “diferenças constantes, com freqüência, fáceis de perceber e em núme-

¹⁸ Alguns anos depois, o francês Latreille escreveu, de fato, sua *Geografia dos insetos*, numa referência à *Geografia de plantas* de Humboldt. Aos olhos de Réaumur, contudo, o método de Tournefort, “que é quase universalmente adotado hoje em dia”, teria o mesmo problema do de Swammerdam: para usá-lo com o intuito de definir a classe e o gênero adequado de um certo tipo de organismo, seria necessário esperar que a planta em que ele vive passasse por todos os seus estágios de desenvolvimento, produzindo flores e frutos (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 39).

ro suficientemente grande para dar os caracteres de classes e de gêneros dentro das classes” (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 39-40). Os insetos lhes pareciam oferecer variações exteriores bem definidas, como no exemplo a seguir:

Uma aranha, uma formiga, uma minhoca podem ser julgados, numa olhadela, como pertencentes a classes diferentes. Os primeiros autores que trataram dos insetos também prestaram atenção a suas formas; negligenciaram, contudo, em determinar em quê consistiam os **caracteres** das diferentes classes. (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 40, sem ênfase no original)

Ou seja, Réaumur evidencia sua preocupação em discutir os caracteres que deviam servir como critério de classificação. Assim, para cada grupo “natural” de insetos, abordado separadamente nas memórias ou capítulos do seu tratado, ele proporciona os critérios a serem seguidos na classificação. As lagartas, divide-as em grupos conforme o número de pernas (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 68-73), bem como pela figura, cor, tamanho e quantidade de espinhos (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 86); os pulgões, conforme a presença ou ausência de asas, tamanho e disposição das antenas e pela cor (Réaumur, 2001, pp. 91-92).

Em alguns casos, vemos que Réaumur não se limitou à aparência externa do inseto, mas agregou critérios derivados do seu comportamento industrioso e costumes. Em moscas e mosquitos, por exemplo, além de adotar o tamanho, cor, forma e proporção de algumas de suas partes (número de asas, tamanho e localização das antenas, presença ou ausência de trompas, altura das pernas), relacionou, também, um aspecto do hábito alimentar: sangue de animais ou seiva de plantas (Réaumur, 2001, pp. 182-184).

3.4 A seleção e a ordem da descrição dos insetos

Os exemplos acima indicam que Réaumur classificou os insetos com base em caracteres morfológicos associados a características dos comportamentos industriosos dos animais e seus “costumes”. Estes últimos aspectos possuíam tamanha importância que definiam também a ordenação pela qual os insetos seriam abordados. Assim expressou-se Réaumur sobre esse aspecto:

A engenhosidade decidirá, também, em geral, a ordem pela qual eu os tratarei (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 42).

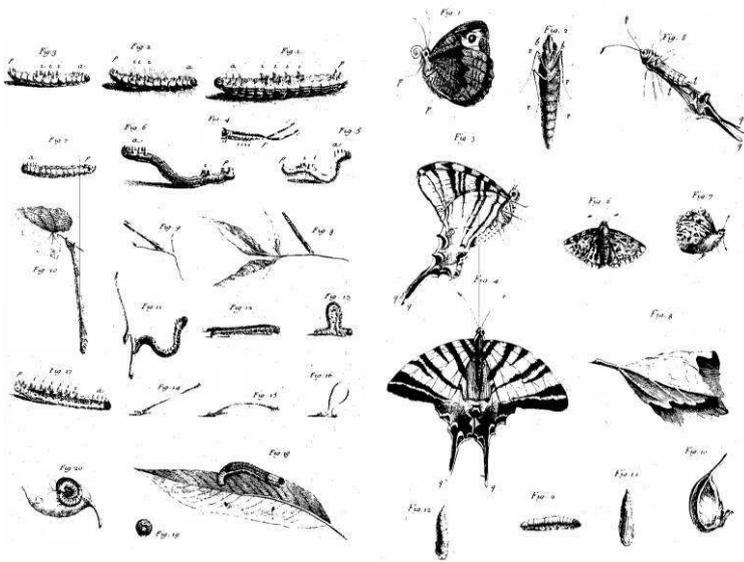


Figura 1. Pranchas com lagartas e borboletas. Fonte: Réaumur, *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, vol. 1, 1734, pp. 108, 300.

Sem pretender uma enumeração completa de espécies ou de gêneros, Réaumur preferiu descrever apenas as espécies mais comuns, acreditando que a “história de alguns insetos de cada gênero” forneceria “idéias gerais sobre as outras espécies do mesmo gênero” (Réaumur, 1743, vol. 1, p. 42). Assim, os “fatos notáveis” que os insetos apresentam deveriam constituir critério para serem incluídos nas suas *Memórias*, como podemos ler nesta passagem:

Se um inseto nos oferece nem que seja uma única ação em sua vida capaz de fazer com que lembremos dele, é com relação a essa ação que o devemos considerar. (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 50-51)

Além disso, talvez porque não menosprezava os propósitos dos estudos de campo sobre o comportamento e a “economia” animal, Réaumur estabeleceu como critério para definir a ordem a ser seguida na apresentação e na descrição dos insetos, a sua metamorfose. Propõe que se comece com o mais observável, ou seja, mais disponível e acessível à observação, para então seguir ao que

está mais escondido. Assim, por exemplo, deve-se começar estudando uma mosca ou uma vespa para então encontrar e estudar a larva da qual se origina e que se esconde na água, sob a terra, sobre folhas de certas árvores etc. No caso das lagartas e borboletas, inverte-se a ordem do estudo: mais fáceis de serem encontradas, as lagartas devem ser investigadas primeiro e, acompanhando suas transformações, se poderia chegar ao estudo das borboletas que delas nascem e são mais difíceis de serem acompanhadas em seus vôos.

3.4.1 A aplicação da definição de insetos

Vimos que Réaumur defendia que sob a denominação de “inseto” fossem considerados variados tipos de animais, incluindo, além de demais invertebrados, anfíbios e reptéis. No

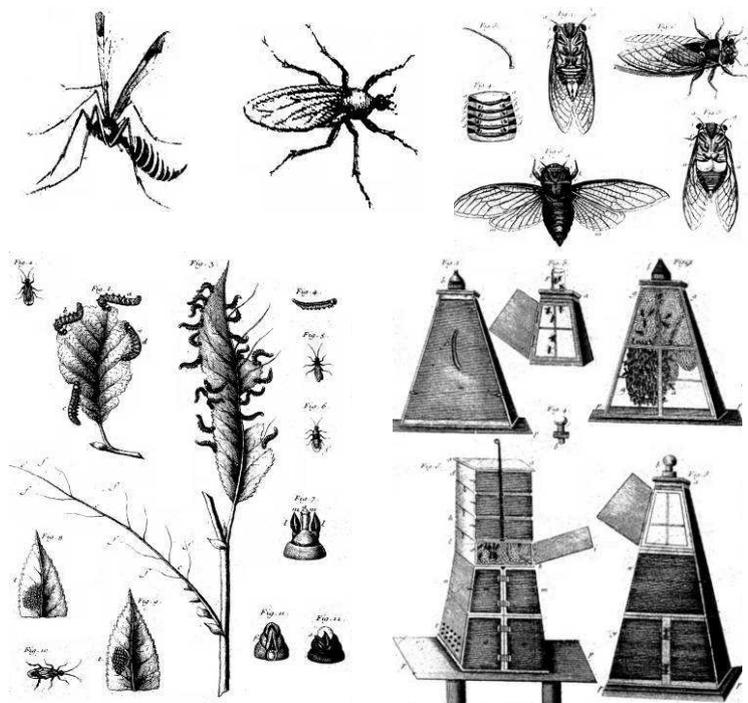


Figura 2. Pranchas com mosquitos, cigarras e abelhas. Fonte: Réaumur, *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Vol. 5, 1740, pp. 54, 86, 206, 144, 280.

entanto, um exame dos organismos descritos ao longo dos seis volumes das Memórias nos permite constatar que Réaumur não aplicou exatamente essa definição.

Nos volumes 1 a 3, ele tratou exclusivamente de lagartas e respectivas borboletas, acrescentando, no terceiro volume, uma memória sobre os pulgões (Figura 1). Nos volumes 4 e 5, tratou de mosquitos, cigarras e abelhas (Figura 2). No volume 6, retomou as memórias sobre abelhas, acrescentando descrições de vespas, moscas, formigas e libélulas (Figura 3). Neste volume sexto, publicado no ano de 1742, também acrescentou complementos sobre a história natural dos pulgões, discutindo a descoberta de Bonnet sobre sua partenogênese.

O que surpreende, portanto, é que só estão aí representados os organismos segmentados de três pares de patas que reconhecemos hoje sob a denominação de inseto. É verdade que Réaumur pretendia publicar mais 4 volumes e, talvez, em um deles viesse a incluir descrições dos demais organismos que propunha serem também componentes do grupo. Embora não tenhamos como assegurar com base em evidências definitivas, tendemos a acreditar, contudo, que Réaumur possuía uma noção mais restrita do que deveria ser compreendido como inseto.

Essa percepção nos é decorrente de algumas considerações. Primeiro, porque os volumes publicados são bastante exatos na delimitação dos animais descritos. Segundo, porque os manuscritos deixados mais inteiramente preparados para publicação correspondem a organismos semelhantes, como coleópteros e formigas (constituindo o volume 7, publicado em 1928), escaravelhos (constituindo parte 2 do volume 7, publicada em 1955) e grilos e gafanhotos (que deverão constituir um volume 8), conforme mencionados aqui na nota de número 10. É verdade que os manuscritos mantidos no *Fonds Réaumur* dos arquivos da Academia de Ciências de Paris combinam estudos já publicados, nas memórias da Academia ou em seus livros, e outros ainda inéditos, passando por diversos temas, como preparação de coleções (de aves, quadrúpedes, peixes, insetos, ovos, frutos e outros); animálculos de infusões; aves, aranhas, rãs, sapos, lagartos; hidras; centopéias; minhocas; vermes planos; sanguessugas; lesmas; ouriços do mar; sépias; mexilhões;

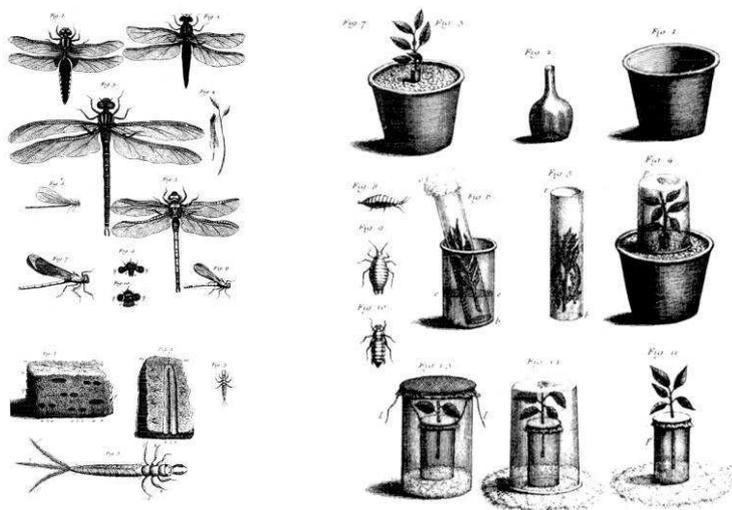


Figura 3. Pranchas com libélulas, sua ninfa e pulgões. Fonte: Réaumur, *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Vol. 6, 1742, pp. 456, 522, 568.

escaravelhos (Grefe, 2007b). Essa profusão de estudos poderia já ter comparecido em algum dos seis volumes publicados.

Uma terceira consideração nos parece particularmente importante. Trata-se de um indício fornecido por certa passagem contida no primeiro volume da *História dos insetos*:

Estou bem distante de ter a delicadeza de não fazer aparecer aqui muitas memórias que mandei imprimir antes na Academia de Ciências. Desde que me decidi trabalhar nesta obra, o fiz a partir das **memórias que eu já tinha publicado**, reunidas às que me restavam [sem publicar] (Réaumur, 1734, vol. 1, p. 43).

Ou seja, ele de fato selecionou entre os seus relatos de pesquisa aqueles que considerava pertinentes às *Memórias sobre a História dos Insetos* e sua seleção seguiu um critério de inclusão bem mais restrito que a definição proposta ao termo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos que, embora não tenha se detido às minúcias de uma classificação exaustiva dos insetos, Réaumur ocupou-se, sim, e

propôs um método que permitisse identificá-los e classificá-los. Adotou principalmente critérios baseados na forma externa do corpo, mas também utilizou critérios derivados da metamorfose, do comportamento industrioso e dos hábitos dos insetos.

Nos prefácios de pelo menos dois dos volumes de suas Memórias sobre a História dos Insetos, Réaumur definiu o termo conforme os padrões da época, incluindo todos os organismos que hoje consideramos entre os invertebrados, além de anfíbios e répteis. Contudo, vimos que ele não aplicou essa definição larga ao selecionar os organismos descritos em seu tratado. Como ele não completou a publicação dos demais volumes pretendidos, não poderemos ter certeza do que pretendia fazer. Mas podemos supor, com base em indícios aqui apresentados, que, ao publicar suas Memórias, Réaumur concebia o grupo dos insetos, do ponto de vista da exatidão exigida em um método de classificação, como sendo de fato restrito. A divergência entre o sentido largo e restrito do termo, segundo nos parece, possa ter sido motivada pela necessidade de delimitação e valorização de um campo de pesquisas destinado ao estudo dos “seres vis” da natureza, de resto, combatido por rivais de peso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jean Gayon por receber-me em período de pesquisa Pós-Doc em Paris, junto à Universidade Paris 1 – Panthéon Sorbonne e Instituto de História e de Filosofia das Ciências e das Técnicas, cujo contato me foi afeiçoado por François Duchesneau (Universidade de Montreal). Agradeço ainda a Florence Greffe, dos Arquivos da Academia de Ciências – Instituto de França, pelo acesso franqueado aos manuscritos de Réaumur, e, especialmente, a Georges Metallie, do Centro Alexandre Koyré de História da Ciência, e Catherine Dollé, da Biblioteca Nacional da França, pelo inestimável auxílio na leitura dos manuscritos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBOUY, Vincent. Introduction. Pp. 5-16, *in*: RÉAUMUR, René Antoine Ferchault de. *Histoire des insectes*. Grenoble: Jérôme Millon, 2001 (a).
- . La vie de Réaumur. *Insectes* **33** (120): 1-3, 2001 (b).

- ARISTÓTELES. *Histoire des animaux*. Paris: Gallimard, 1994.
- BUFFON, Georges-Louis Leclerc, Comte de. Discours sur la nature des animaux. [1753]. Pp. 431-499, *in*: BUFFON. *Oeuvres*. Préface de Michel Delon. Textes choisis, présentés et annotés par Stéphane Schmitt, avec la collaboration de Cédric Crémère. Paris: Gallimard, 2007.
- D'AGUILAR, Jacques. *Histoire de l'entomologie*. Paris: Delachaux et Niestlé, 2006.
- DUCHESNEAU, François. *Les modèles du vivant de Descartes à Leibniz*. Paris: Vrin, 1998.
- ESSIG, E. O. A sketch history of Entomology. *Osiris* 2: 80-123, 1936.
- GOUGH, J. B. Réaumur, René Antoine Ferchault de. Pp. 327-335, *in*: GILLISPIE, Charles Coulston. *Dictionary of scientific biography*. Vol. 11. New York: Charles Scribner, 1980.
- GREFFE, Florence. *Antoine René Ferchault de Réaumur dans les publications de l'Académie royale des sciences*. Paris, 2007 (a). [Texto fornecido pela autora]
- . *Inventaire du Fonds René Antoine Ferchault de Réaumur, 69*. Paris: Institut de France/Académie des Sciences, 2007 (b). Disponível em:
 <http://www.academie-sciences.fr/archives/fonds_archives/fonds_pdf/Fonds_Reaumur.pdf> Acesso em julho de 2008.
- HEILBRON, John L. Nollet, Jean-Antoine. Vol. 9/10, pp. 145-149, *in*: GILLISPIE, Charles Coulston. *Dictionary of Scientific Biography*. New York, Charles Scribner, 1980.
- KIM, Kiyoon. *Senebier and the Genevan naturalists*. Oklahoma, 1995. Tese [Doutorado em Filosofia] –The University of Oklahoma. *Letters on entomology, intended for the amusement and instruction of young persons, and to facilitate their acquiring a knowledge of the natural history of insects*. London: Geo. B. Whittaker, 1825.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *A biologia experimental de Lazzaro Spallanzani (1729-1799)*. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- RATCLIFF, Marc James. Experimentation, communication and patronage: a perspective on René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757). *Biology of the Cell* 97: 231-233, 2005. Disponível em:

- <<http://www.biolcell.org/boc/097/0231/0970231.pdf>>.
Acesso em julho de 2008.
- RÉAUMUR, René-Antoine Ferchault de. *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Tome Premier. Sur les chenilles & sur les papillons. Paris: Imprimerie Royale, 1734.
- . *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Tome Second. Suite de l'histoire des chenilles & des papillons; et l'histoire des insectes enemies des chenilles. Paris: Imprimerie Royale, 1736.
- . *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Tome Cinquième. Suite de l'histoire des mouches à deux ailes, & l'histoire de plusieurs mouches à quatre ailes, sçavoir, des mouches à scies, des cigales, & des abeilles. Paris: Imprimerie Royale, 1740.
- . *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Tome Sixième. Suite de l'histoire des mouches à quatre ailes, avec un supplement à celle des mouches à deux ailes. Paris: Imprimerie Royale, 1742.
- . *Histoire des insectes*. Morceaux choisis par Vincent Albouy. Grenoble: Jérôme Millon, 2001.
- RENNIE, James. *Insect miscellanies*. London: Charles Knight, 1831.
- SPALLANZANI, Lazzaro. *Picciola memoria relativa al modo con cui il Professore di Storia Naturale della Regia Università di Pavia suole combinare la parte sistematica della Scienza che insegna con lo spirito di osservazione*. [1780]. Pp. 11-16, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Parte seconda: Lezione. Volume primo. Modena: Mucchi, 1994.
- TORLAY, Jean. Une rivalité célèbre: Réaumur et Buffon. *Presse Médicale* **65**: 1057-58, 1958.
- . *Réaumur: morceaux choisis*. Présentés et annotés par Jean Torlais. Préface de Maurice d'Ocagne. Paris: Gallimard, 1939.
- VOLTAIRE. *Oeuvres complètes de Voltaire*. *Dictionnaire philosophique*. Disponível em:
<<http://www.voltaire-integral.com/Html/17/abeille.htm>>.
Acesso em julho 2008.

Localização cerebral da cognição social complexa: o autismo como modelo?

Marisa Russo *

Resumo: A distinção entre homem e animal é um tema recorrente não só da biologia como da filosofia do ser vivo. Esta questão engloba um grande debate entre aqueles que defendem a especificidade do ser humano como uma espécie particular entre os demais seres vivos e aqueles que o colocam no *continuum* da natureza animal. A tradição aristotélica diferenciava o homem dos animais por sua inteligência. Séculos mais tarde, Montaigne e Descartes defendiam teses radicalmente contrárias: o primeiro atribuía aos animais uma inteligência igual, ou até mesmo superior, à dos homens; o segundo negava aos animais toda atividade psíquica, com a tese do animal-máquina. A partir do século XIX, com o surgimento da teoria darwiniana da evolução, as diferenças entre homem e animal serão consideradas a partir de uma perspectiva evolutiva. Os estudos atuais em ciência cognitiva e psicologia experimental, aliadas ao desenvolvimento de técnicas de imagem cerebral, reatualizam esta discussão, criando um novo debate sobre a existência ou não de redes neurais do cérebro humano que estariam implicadas na chamada cognição social complexa chamada “teoria da mente” (*theory of mind* – ToM). Um exemplo desta discussão pode ser visto nos atuais estudos sobre cognição social e autismo.

Palavras-chave: filosofia da Biologia; cognição social; cognição animal; teoria da mente; autismo.

Cerebral localization of the complex social cognition: autism as a model?

Abstract: The distinction between man and animals is a recurring theme in biology and the philosophy of living beings. This issue includes a great debate between those who advocate the uniqueness of human beings and those who put the human beings in the *continuum* of animal nature. The Aristotelian tradition distinguished man from animals by his intelligence. Centuries later, Montaigne and Descartes defended radically opposing views: the first ascribed to animals an

* REHSEIS-UMR7596 – Recherches Epistémologiques et Historiques sur les Sciences Exactes et les Institutions Scientifiques. 55, Rue Greffulhe, 92300, Ile de France, França. E-mail: marisalecointre@noos.fr

intelligence equal to, or even higher than, that of men. The second denied to animals all mental activity, with the view of the animal-machine. From the 19th century onwards, with the advent of the Darwinian theory of evolution, the differences between man and animal are considered from an evolutionary perspective. The current studies in experimental psychology and cognitive science, allied to the development of techniques for brain imaging, allow a new debate on the existence or not of neural networks of the human brain that are involved in complex social cognition called “theory of mind” (ToM). An example of this discussion can be seen in the current study on social cognition and autism.

Keywords: philosophy of Biology; social cognition; animal cognition; theory of mind (ToM); autism.

1 INTRODUÇÃO

O que torna o ser humano tão especial em relação às demais espécies? Quando analisamos a complexidade das relações sociais dos seres humanos, tendemos a acreditar que o homem destaca-se e diferencia-se das demais espécies por sua capacidade de comunicar-se com seu congêneres, tanto verbalmente quanto através de gestos sutis.



Figura 1. George de La Tour. *Le tricheur à l'as de carreau*. Paris, Musée du Louvre, pintura em óleo sobre tela, 106 x 145 cm. Disponível em <<http://www.galerie.roi-president.com/album-23-louvre+peinture.html>> Acesso em agosto de 2008.

O quadro de George de La Tour (1593-1652), *Le tricheur à l'as de carreau*, é um excelente exemplo para mostrar de que modo os seres humanos interagem na troca de sensações e compreensão mútua de suas intenções, sem o uso da palavra. A cena deste quadro deixa claro que o verdadeiro jogo que ocorre entre os protagonistas não se faz através das cartas, mas sim através da sutileza da troca de olhares e gestos entre os jogadores. Podemos notar que cada personagem do quadro deixa-se levar pelo exercício de intuir a ação do outro, seja pelo desvio sutil da direção da pupila, da ligeira contração dos músculos faciais, do movimento leve dos lábios, da posição discreta da cabeça ou das mãos. Jogar implica em ler *a mente do outro jogador*, antecipar sua jogada e organizar uma estratégia na tentativa de induzir o jogo de seu adversário a seu próprio favor, para obter, assim, a vitória.

Muitos autores acreditam que o ser humano é a única espécie capaz de ler *a mente do outro*, ou seja, a única espécie capaz de intuir e prever o comportamento do outro, antecipando as ações de seus congêneres. Tal capacidade, segundo esses autores, permite ao homem modificar seu próprio comportamento na tentativa de melhor adaptar-se à situação ou até mesmo modificar o comportamento do outro e, assim, obter o resultado que espera numa determinada situação social (Byrne & Whiten, 1988; de Waal 2001). Ao contrário dos seres humanos, os demais primatas superiores teriam apenas a capacidade de ler o comportamento de seu congêneres, o que lhes permitiria apenas compreender certas regras superficiais de comportamento, suficientes para guiá-los no contato social com seu grupo. No entanto, segundo estes autores, os demais primatas superiores, seriam incapazes de ler *a mente do outro*, de colocar-se em seu lugar e de atribuir um pensamento ao seu congêneres diante de uma dada situação, prevendo sua ação (Povinelli & Preuss, 1995; Heyes 1998; Povinelli & Giambone, 2000; Povinelli & Vonk, 2003).

Mas, se o ser humano realmente possui esta especificidade para ler *a mente do outro*, diferenciando-se do comportamento social dos demais primatas, esta especificidade estaria associada a um mecanismo anatômico e fisiológico, também específico ao cérebro humano, ou ela estaria ligada apenas a uma especialização cognitiva decorrente da evolução do ser humano? A primeira posição implica na aceitação da existência de estruturas ou redes neuronais

específicas para o comportamento social dos seres humanos, que estariam ausentes nos demais primatas. Já a segunda posição acredita que entre os homens e os primatas superiores, como o macaco, possa existir uma similaridade na constituição anatômica das regiões cerebrais e até mesmo uma similaridade nos mecanismos funcionais entre estas duas espécies, e que a diferença estaria reduzida a uma especificidade cognitiva que teria sido incorporada ao ser humano ao longo da evolução (Rizzolatti & Arbib, 1998; Gallese, Keysers & Rizzolatti, 2004; Arbib 2005; Hauser, 2005).

Os estudos atuais em ciência cognitiva e psicologia experimental, aliados ao desenvolvimento de técnicas de imagem cerebral, construíram um novo palco para todas estas discussões relacionadas às diferenças entre o homem e os demais primatas. Novos instrumentos, novas técnicas, novos paradigmas, novas teorias vem sendo desenvolvidas e utilizadas, permitindo reatualizar o debate sobre a existência, ou não, de estruturas ou redes neurais do cérebro humano, que estariam implicadas na cognição social complexa, defendida por muitos autores como sendo exclusiva da espécie humana. No entanto, se o debate entre as diferenças racionais, cognitivas e sociais entre homem e animal parece atualizar-se à luz destas novas ciências e tecnologia, por outro lado, os problemas de ordem epistemológica, relacionados à distinção homem e animal, parecem ser os mesmos de alguns séculos atrás, abordando, entre outras, as questões sobre o reducionismo e os problemas metodológicos e conceituais utilizados para estabelecer a diferença entre o pensamento e sensações dos seres humanos e demais primatas.

O interesse deste nosso trabalho é apresentar algumas das posições atuais que pretendem estabelecer certos critérios para a especificidade de uma cognição social complexa nos seres humanos, apontar algumas destas dificuldades e por em evidência alguns de seus limites, tomado como modelo as discussões relacionadas à cognição social e autismo.

2 *HOMEM VERSUS ANIMAL: CONTINUIDADE E DESCONTINUIDADE*

A distinção entre homem e animal é um tema recorrente não só da biologia como da filosofia do ser vivo, cuja discussão vem

atravessando os séculos sem nunca ter chegado a um acordo geral. De Aristóteles (384-322 a.C.), René Descartes (1596-1650) e Michel Eyquem de Montaigne (1533-1592), passando por Charles Robert Darwin (1809-1882) até os nossos dias, com os atuais estudos sobre a Teoria da Mente, duas posições maiores se destacam nesta questão: por um lado temos aqueles que defendem a especificidade do ser humano, como uma espécie particular entre os demais seres vivos e, por outro lado temos aqueles que colocam o homem no *continuum* da natureza.

Na tradição aristotélica, homem e animal eram considerados como seres sociais por natureza, diferenciando-se apenas pela capacidade humana de raciocinar, ou seja, a inteligência humana (Aristóteles, 1966). Séculos mais tarde, os grandes protagonistas da discussão sobre as diferenças entre a natureza humana e a natureza animal serão encarnados por Montaigne e Descartes. Estes dois autores defenderam teses radicalmente contrárias: o primeiro atribuiu aos animais uma inteligência igual, ou se não superior, àquela dos homens; o segundo negou aos animais toda atividade psíquica, sustentando a tese do animal-máquina. Na visão de Montaigne, os animais seriam dotados de todas as estruturas físicas necessárias para a comunicação com seu grupo social, o que, segundo ele, seria razão suficiente para atribuir a existência de um pensamento animal.

Tal como os homens, os animais de Montaigne podem comunicar-se com os indivíduos de sua espécie e compreender suas ações. Segundo ele, a partir da vocalização dos sons, os animais são capazes de coordenar as ações em grupo e chegar a um objetivo comum. Além disso, Montaigne ressalta o fato de que muitos animais são capazes de imitar a fala humana, como os papagaios, o que segundo ele, seria uma prova de que os animais *possuem um discurso interior* que lhes serviria na aprendizagem da linguagem. O terceiro argumento de Montaigne a favor do pensamento animal apóia-se no fato de que, segundo alguns exemplos citados pelo autor, os animais possuiriam a capacidade para resolver certos problemas, o que, segundo ele, seria a prova da existência de certo *traço dialético nas espécies animais*. A posição de Montaigne encontra-se apoiada numa visão continuísta, na qual todos os seres vivos seriam organizados por um mesmo princípio. A diferença entre o

homem e o animal seria apenas uma questão de grau (Montaigne *apud* Gontier, 1998).

Descartes irá rebater a tese de Montaigne sobre o pensamento animal, revertendo os mesmos argumentos de seu adversário. A diferença entre homens e animais no dualismo cartesiano é constatada unicamente pelo uso humano da razão e da palavra, características que podem ser verificadas simplesmente do ponto de vista comportamental. Para Descartes, o fato de os animais possuírem a mesma capacidade física para produzir sons, mas ao mesmo tempo serem inaptos a comunicação com os homens, só tende a reforçar a tese de que os animais não possuem o aparato intelectual necessário para realizá-lo. Ao mesmo tempo, Descartes afirma que a solução de certos problemas realizados por alguns animais não é consequência de um raciocínio lógico, mas sim obra da natureza (Descartes *apud* Gontier, 1998). Ao contrário de Montaigne, Descartes não concebe nenhuma diferença de grau entre o homem e o animal. No dualismo cartesiano, a ruptura entre as duas espécies é total.

Esta breve retrospectiva sobre o debate homem/animal entre Descartes e Montaigne nos permite ter uma idéia da importância do tema logo no início da ciência moderna, colocando em evidência as duas posições contrárias (continuístas e não continuístas). Tal debate foi longamente travado e só tomou um novo rumo com o aparecimento da teoria darwiniana.

No século XIX, Darwin iria afirmar que o homem não passava de um macaco com um enorme cérebro, atribuindo assim, apenas uma diferença quantitativa, e não qualitativa, na estrutura cerebral básica entre as duas espécies. A força da teoria de Darwin fez com que esta idéia só viesse a ser questionada em 1990, quando a neurociência, munida de novas técnicas de histologia, colocou em evidência diferenças microscópicas na organização cerebral entre as duas espécies (Preuss & Coleman, 2002). Os atuais estudos em microscopia e imagem cerebral vem mostrando que, entre homens e animais, existem muito mais diferenças que semelhanças (Premark, 2007), o que poderia justificar, anatomicamente e funcionalmente a diferença entre os homens e demais primatas. Uma grande parte destas diferenças estaria localizada em estruturas envolvidas com a linguagem e com a chamada cognição social complexa. No entanto, as atuais pesquisas em ciências cognitivas

afirmam que, apesar das diferenças morfológicas e anatômicas entre a espécie animal e os demais primatas, vários comportamentos outrora atribuídos exclusivamente aos seres humanos também podem ser encontrados nos primatas não humanos, diminuindo assim, cada vez mais, a distância que separaria estas duas espécies no plano cognitivo e social. Como podemos observar, as atuais pesquisas sobre o cérebro e comportamento animal, mesmo munidas de grande tecnologia e novos paradigmas comportamentais, ainda permanece na mesma discussão de séculos atrás: quais os limites e diferenças entre homem e animal?

3 TEORIA DA MENTE: PRIVILÉGIO DO SER HUMANO?

Na visão clássica da filosofia, o termo Teoria da Mente (*Theory of Mind*, ToM) é frequentemente utilizado para referir-se à capacidade de interpretar a mente do outro. Tal habilidade estaria associada à capacidade de atribuir estados intencionais ao outro, fundados em crenças ou desejos. Segundo esta tradição filosófica, tal capacidade estaria associada à linguagem, único modo que teríamos de descrever os estados mentais atribuídos ao outro e, por esta razão, a Teoria da Mente estaria restrita à espécie humana (Dennet, 1978).

Em 1978, David Premack e Guy Woodruff lançam um desafio a esta visão clássica da teoria da mente dos seres humanos publicando o artigo *Does the chimpanzee have a theory of mind? (Os chimpanzés possuem uma teoria da mente?)*. Neste artigo os autores definem o conceito de “Teoria da Mente” como sendo a capacidade de atribuir estados mentais (crenças, desejos, intenções) a nós mesmos e aos outros. Segundo esses autores, a teoria da mente seria um aparato cognitivo que nos permitiria compreender que, diante de uma situação, os outros podem pensar e agir de modo diferente daquilo que pensamos e agimos e, conseqüentemente, nós seríamos capazes de prever e antecipar o comportamento do outro, regulando nossas próprias ações. A Teoria da Mente, assim apresentada, estaria na base das relações sociais, regulando comportamentos e adaptando-nos ao grupo (Buitelaar & van der Wees, 1997; Muris, Steerneman, Meesters, Merckelbach, Horselenberg, van den Hogen & Van Dongen, 1999).

A grande novidade do trabalho de Premack e Woodruff (1978), consistia em demonstrar que uma teoria da mente não estaria necessariamente fundada na linguagem e, por esta razão, poderia ser explorada nos demais primatas. Neste artigo, os autores pretendiam ter demonstrado que os chimpanzés também seriam capazes de possuir uma Teoria da Mente. Este artigo relata que Sarah, um chimpanzé treinado, teria a capacidade de resolver certos problemas a partir da observação de vídeos. Os pesquisadores haviam apresentado a Sarah um vídeo com cenas de um ator resolvendo certo problema (como alcançar bananas) e em seguida o chimpanzé deveria escolher entre várias fotos que lhe eram apresentadas, aquela que parecia a melhor alternativa para resolver o problema. Neste trabalho, Premack e Woodruff afirmavam que Sarah reconhecia a situação apresentada como um problema, entendia o objetivo do ator e era capaz de conceber as alternativas que seriam compatíveis para solucionar o problema do ator. Este trabalho parecia abrir uma porta para a possibilidade de uma Teoria da Mente nos animais, comparável àquela elaborada para os seres humanos.

O trabalho de Premack e Woodruff foi criticado por vários outros autores, apontando possíveis artefatos metodológicos, que teriam levado a uma falsa interpretação dos resultados (Savage-Rumbaugh, Rumbaugh & Boysen, 1978; Povinelli, Perilloux, Reaux & Bierschwale, 1998; Call, 2007). Segundo a crítica formulada por Daniel Dennett, a afirmação de que Sarah poderia atribuir um estado mental ao outro (o ator) deveria ser testada a partir de um experimento onde se apresentasse a condição de uma falsa crença do outro, não habitual ao comportamento da própria Sarah (Dennett, 1978). Ou seja, nessa situação, o comportamento de Sarah seria um comportamento não usual e a previsão feita para o comportamento do ator só poderia ser alcançada se Sarah pudesse inibir uma resposta que lhe seria natural e realmente atribuir uma falsa crença *ao ator*. Em outras palavras, o teste para a Teoria da Mente só seria válido se a resposta não pudesse ser derivada do próprio comportamento de Sarah, mas sim pelo fato dela ter-se *colocado no lugar do outro*. Estudos posteriores colocaram-se contrários à idéia de que os chimpanzés poderiam compreender os objetivos dos seres humanos (Tomasello, 1996) ou que estes animais

seriam capazes de compreender falsas crenças (Call & Tomasello, 1999).

Em uma recente revisão, Josep Call e Michael Tomasello mostram que, passados 30 anos após a publicação do trabalho de Premack e Woodruff, a questão sobre a existência de uma Teoria da Mente nos animais continua a ser o palco de inúmeros debates (Call & Tomasello, 2008). Na visão destes autores, os diferentes paradigmas recentemente utilizados para estudar esta questão com os animais têm mostrado que, ao menos no caso dos chimpanzés, pode-se constatar a existência de uma cognição social comparável àquela encontrada nos seres humanos. Segundo estes autores, os chimpanzés, mesmo sendo incapazes de atribuir uma falsa crença ao outro, são capazes de compreender os objetivos e intenções do outro. Para responder, então, a questão inicial proposta por Premack e Woodruff, de saber se os chimpanzés possuem uma Teoria da Mente, Call e Tomasello propõem uma distinção conceitual. Segundo eles, se tomarmos a definição de Teoria da Mente no seu sentido mais amplo, podemos dizer que sim, os animais possuem uma Teoria da Mente, pois segundo eles, os chimpanzés são capazes de compreender os *objetivos* e *intenções* do outro, como também são capazes de compreender a *percepção* e o *conhecimento* do outro. No entanto, se tomarmos uma definição mais estrita do conceito de Teoria da Mente como sendo a compreensão de falsas crenças *nos moldes dos seres humanos*, então, segundo eles, a resposta é negativa.

Apesar das inúmeras críticas, o trabalho de Premack e Woodruff tem como mérito o fato de ter desencadeado uma nova avalanche de estudos sobre a teoria da mente nos homens e animais permitindo testar novos paradigmas e considerar novas habilidades cognitivas vêm sendo analisadas como relevantes para a Teoria da Mente, além da linguagem. Alguns testes atuais, utilizados para detectar problemas com a Teoria da Mente, prometem detectar deficiências mais sutis, como a interpretação de emoções mais complexas (como por exemplo a indignação, a mentira, a sedução) em casos de pacientes autistas que apresentam sintomas mais discretos (Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimere & Robertson, 1997; Happé, 1994).

Ao lado os inúmeros paradigmas comportamentais, verbais ou não verbais, que vêm sendo multiplicados na tentativa de verificar

a existência real de uma teoria da mente nos animais, o estudo da teoria da mente também vem ganhando espaço cada vez maior nos estudos em imagem cerebral e anatomia comparada, apontando novos critérios para a distinção entre homens e animais.

São inúmeros os trabalhos em imagem cerebral realizados em seres humanos que tem como objetivo estabelecer os substratos neuronais que estariam implicados nos processos de cognição social. Uma atenção especial vem sendo direcionada para as regiões cerebrais que estariam implicadas nos processos associados à Teoria da Mente, como a atribuição de falsas crenças e a atribuição de objetivos e intenções ao outro (Frith & Frith, 2003; Saxe, 2004). Com o auxílio de técnicas de imagem por ressonância magnética (MRI), foram identificadas 3 grandes regiões cerebrais nos seres humanos que poderiam estar implicadas com a Teoria da Mente: o córtex pré-frontal medial, o pólo temporal e junção parieto-temporal as amígdalas (Siegal & Vralley, 2002; Frith & Frith, 2006).

Em um recente trabalho, Premack (2007) nos mostra que estas regiões cerebrais relacionadas com a teoria da Mente, detectadas nos seres humanos são as mesmas regiões cerebrais que apresentam diferenças anatômicas e morfológicas quando comparadas com o cérebro dos chimpanzés. Graças às avançadas técnicas em microscopia é possível verificar que as diferenças entre o cérebro dos seres humanos e o cérebro dos chimpanzés estão localizadas exatamente nas regiões cerebrais que estão associadas à cognição complexa, como a teoria da mente (TOM) e à linguagem. Em outras palavras, Premack afirma que entre os homens e os chimpanzés existe uma real diferença entre cérebro e mente, que se produz tanto morfológicamente como no campo cognitivo. Na opinião de Premack a disparidade entre a cognição humana e animal é compatível com a disparidade entre o cérebro humano e o cérebro animal e que caberá aos estudos futuros analisar e compreender as diferenças no nível das funções celulares. Será, então, que podemos pensar que os estudos futuros nos permitirão verificar com exatidão *a* ou *as* regiões cerebrais responsáveis pela cognição social do ser humano, revelando não apenas a estrutura anatômica mas também as diferentes funções implicadas nesta capacidade cognitiva?

4 AUTISMO: UM MODELO PARA O ESTUDO DA COGNIÇÃO SOCIAL COMPLEXA?

O autismo é uma desordem que foi clinicamente diagnosticada por volta de 1940 e é atualmente definido como uma doença do desenvolvimento (DMS IV) apresentando alterações em 3 grandes domínios: (a) comunicação verbal e não verbal, (b) interação social e comportamento, (c) interesses e atividades estereotipadas (Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985; Carpenter, Pennington & Rogers, 2001; Holroyd & Baron-Cohen, 1993). Cada um destes domínios engloba um largo espectro de desordens que vão desde a deficiência específica para a imitação, a percepção e a expressão das emoções do outro, passando pela incapacidade de interagir socialmente, simular situações e compreender jogos simbólicos (Rieffle, Terwogt & Stockmann, 2000).

Em 1985, Simon Baron-Cohen, Alan M. Leslie e Uta Frith publicaram um trabalho com o título “*Does the autistic child have a theory of mind?*”, no qual afirmavam que crianças autistas apresentavam uma deficiência *específica* no que diz respeito à *cognição social*, uma idéia bastante inovadora na época. Segundo esses autores as crianças diagnosticadas como autistas sofreriam de uma *cegueira mental* sendo incapazes de *ler a mente do outro ou de atribuir falsas crenças a outras pessoas* (Frith, 2000; Rieffe, Terwogt & Stockmann, 2000). Esta capacidade da Teoria da Mente em atribuir estados mentais ao outro dependeria de um mecanismo cognitivo inato, que seria específico para tal disposição, e que seria ativado por volta dos 3 anos de idade (Baron-Cohen, 1995). Segundo esses autores, no caso específico dos pacientes autistas, este dispositivo específico que permite *ler a mente do outro*, estaria comprometido, o que poderia explicar uma grande parte do déficit no comportamento social verificado nestes indivíduos (Baron-Cohen 1995; Frith, 2000). Neste contexto teórico, a Teoria da Mente estaria na base da cognição social, e explicaria as deficiências da cognição social detectadas nos pacientes autistas.

Um grande debate vem sendo atualmente travado entre aqueles que, como Simon Baron-Cohen, acreditam que existe um módulo cerebral para a cognição social e aqueles que acreditam que a cognição social é um fenômeno não modular, implicando várias regiões do cérebro, com diferentes funções. No primeiro caso

trata-se de demonstrar que a cognição social pode ser delimitada a uma ou várias regiões cerebrais que seriam responsáveis por esta função cerebral (Baron-Cohen, 1995). Tais evidências viriam da observação de que muitas crianças autistas demonstram um déficit na execução de tarefas propostas para a verificação de falsa crença mas que possuem um desempenho normal em tarefas direcionadas a testar outras capacidades intelectuais ou lingüísticas. Esta observação reforçaria a tese de que a Teoria da Mente seria restrita a um *módulo cognitivo independente* das demais capacidades intelectuais (Rowe, Bullock, Polkey & Moris, 2001). No segundo caso, a cognição social envolveria a participação de várias outras funções cognitivas e regiões cerebrais como por exemplo a visão, a memória de trabalho e a linguagem, que são funções cerebrais implicadas na cognição social mas que não são exclusivas deste processo (Carlson & Moses, 2001).

Ao mesmo tempo em que Baron-Cohen apóia a tese do módulo cognitivo independente para a Teoria da Mente, ele também desenvolve uma *teoria da amígdala para o autismo* (Baron-Cohen, Ring, Bullmore, Wheelwright, Ashwin & Williams, 2000), na qual ele procura estabelecer a relação entre a deficiência anatômica e funcional da amígdala, encontrada nos pacientes autistas, como um dos fatores implicados na deficiência da cognição social dos pacientes autistas. A *teoria da amígdala para o autismo* foi postulada a partir de dois pontos principais: o primeiro diz respeito ao papel da amígdala como estrutura importante para o funcionamento da cognição social e percepção das emoções e o segundo diz respeito à alteração estrutural e funcional da amígdala encontrada nos pacientes autistas.

A amígdala é descrita em vários estudos como uma estrutura importante para o comportamento social, estando envolvida no reconhecimento das intenções, emoções e na identificação dos rostos das pessoas. Muitos destes estudos foram realizados em primatas não humanos (Brothers, Ring & Kling, 1990; Emery, Capitanio, Mason, Machado, Mendoza & Amaral, 2001) e em pacientes humanos com lesões seletivas da amígdala (Adolphs, Tranel, Hamann, Young, Calder, Phelps, Anderson, Lee & Damasio, 1999; Adolphs, Baron-Cohen & Tranel, 2002). Estudos realizados com o auxílio de técnicas em imagem por ressonância magnética funcional (MRIf) em seres humanos também sugerem um

ativação da amígdala durante a execução de testes relacionados à Teoria da mente (Kawashima, Sugiura, Kato, Nakamura, Hatano, Ito, Fukuda, Kojima & Nakamura, 1999; Bass, Aleman & Kahn, 2004). Ao mesmo tempo, vários trabalhos demonstram que no caso do autismo, juntamente com o déficit na cognição social, em especial na Teoria da Mente, estes pacientes possuem uma alteração funcional e anatômica da amígdala.

A partir deste conjunto de dados, postulou-se que a amígdala estaria fortemente implicada na deficiência da Teoria da Mente nos pacientes autistas. Através de técnicas em imagem funcional, realizadas em crianças, Baron-Cohen e colaboradores procuraram demonstrar tal hipótese (Baron-Cohen, Ring, Wheelwright, Bullmore, Brammer, Simons & Williams, 1999). No estudo que esses autores realizaram, o sujeito era solicitado a interpretar um estado mental ou emocional, apenas pela observação do movimento dos olhos do outro, ao mesmo tempo em que se fazia o monitoramento através da RMI (imagem por ressonância magnética). Os resultados deste trabalho demonstraram que existia uma forte ativação da amígdala durante a execução desta tarefa. Segundo a conclusão de Baron-Cohen e colaboradores, reforçada por outros autores, a má formação desta estrutura nos pacientes autistas poderia estar ligada a um déficit na Teoria da Mente. A teoria da amígdala no autismo apresenta-se assim, como uma teoria capaz de associar uma estrutura, a amígdala, a um comportamento, no caso uma deficiência na Teoria da Mente em pacientes autistas. No entanto, esta relação entre uma estrutura anatômica e comportamento autista ainda é bastante discutida na literatura.

Em primeiro lugar, a própria Teoria da Mente é questionada por vários autores na medida em que é difícil decidir se ela pode limitar-se a uma simples dificuldade de interpretação de uma história, como no caso da atribuição de falsa crença, ou se a teoria da mente seria na verdade uma função cognitiva mais complexa, envolvendo diferentes processos cognitivos. Sabe-se que muitos pacientes autistas conseguem realizar com sucesso alguns dos testes utilizados para verificar a Teoria da Mente, o que põe em questão a corrente que acredita que o déficit na Teoria da Mente estaria na base dos problemas de cognição social encontrados nos pacientes autistas. Alguns autores criticam o fato de que, o teste de atribuição de falsa crença, freqüentemente utilizado para verifi-

car a integridade da Teoria da Mente, não é suficiente para comprovar a existência ou não de uma teoria da mente. De acordo com Paul Bloom e Tim German, é possível que alguns indivíduos, como os pacientes autistas, venham a apresentar uma baixa performance para o teste da falsa crença (Bloom & German, 2000). No entanto, tais indivíduos demonstram um bom desempenho para outras tarefas associadas à teoria da mente.

Em segundo lugar, a Teoria da Mente utilizada como paradigma para explicar as deficiências sociais encontradas no autismo e sua relação com a amígdala, defendida por Baron-Cohen, contém várias limitações. Até o presente, a grande maioria dos trabalhos que sugerem uma ativação da amígdala durante os testes utilizados para a verificação da Teoria da Mente foram realizados por Baron-Cohen, sem reprodução por outros autores, o que põe em dúvida a afirmação de Baron-Cohen sobre o papel crucial da amígdala na deficiência social encontrada no autismo. Em resumo, os trabalhos atuais ainda não encontraram uma forte evidência na relação entre a estrutura da amígdala e as alterações comportamentais da cognição social e do reconhecimento das emoções presentes nos pacientes autistas. Em um recente trabalho, Isabel Dziobek e colaboradores sugerem que a teoria da amígdala para o autismo merece ser reavaliada. Segundo estes autores, outras regiões cerebrais, como o córtex orbito pré-frontal, região temporo-polar, cérebro e cíngulo anterior parecem estar implicadas na sintomatologia do autismo (Dziobek, Fleck, Rogers, Wolf & Convit, 2006).

Todas estas questões nos permitem verificar que, a adoção do autismo, e em particular, a *teoria da amígdala do autismo*, como modelo para o estudo da cognição social complexa, merece uma profunda revisão teórica e prática. Tal revisão implica desde a escolha do paradigma experimental utilizado para verificar a deficiência da Teoria da Mente, passando pela definição de *experiencia subjetiva* e *experiencia objetiva*, até a análise mais profunda das demais estruturas cerebrais e funções cognitivas implicadas direta ou indiretamente na Teoria da Mente.

5 CONCLUSÃO

Se adotarmos a perspectiva evolutiva, podemos dizer que evolução da espécie humana permitiu ao homem não apenas conquis-

tar sua linguagem mas também elaborar e multiplicar as diferentes formas de interagir socialmente. Ao longo da evolução humana, a expressão do olhar, dos gestos corporais, e sobretudo das expressões faciais e de suas emoções, parecem ter ganhado novas dimensões, transformando-se em signos inteiramente interpretados entre indivíduos de um mesmo grupo que contribuíram de forma definitiva para a essência das relações sociais da espécie humana. Mas como certificar-se da ausência ou presença de uma Teoria da Mente, seja no homem ou nos animais?

A pesquisa sobre uma possível existência de uma Teoria da Mente nos animais tem sido uma fonte importante para o conhecimento do comportamento não-verbal entre os indivíduos. A comparação das diferenças e semelhanças da comunicação não verbal entre animais e humanos poderá vir a nos fornecer instrumentos para a compreensão de algumas etapas da evolução do seu humano permitindo uma melhor avaliação sobre as características ditas *exclusivas* da cognição social humana.

No entanto, a discussão sobre uma possível Teoria da Mente nos animais parece estar longe de ser resolvida. As marcas de distinção entre homens e animais sempre foram alvo de inúmeras revisões, e as novas teorias e tecnologias em ciência cognitiva e psicologia experimental não parecem ter posto fim a estas revisões. Por ora, este debate ainda permanece aberto e o interesse pelos substratos neurais para uma Teoria da Mente, seja ela exclusiva ao homem ou partilhada com os animais, é um dos pontos cruciais para a compreensão da cognição social e das relações humanas.

A teoria da amígdala no autismo apresenta-se como uma possibilidade de localizar uma estrutura principal como base da cognição social. No entanto, vimos que não existe um consenso geral para a aceitação de uma cognição social exclusiva da espécie humana, circunscrita a uma determinada estrutura ou rede neural. Do mesmo modo, ainda não existe um consenso geral que permita decidir se a Teoria da Mente seria uma função cognitiva em si mesma ou se ela dependeria de um processo cognitivo complexo, mais geral. Entretanto, mesmo se a relação entre a Teoria da Mente e as demais funções executivas ainda resta a ser completamente demonstrada, acreditamos que esta via pareça ser a mais promissora para a resolução de tal impasse. A teoria da mente é uma

teoria complexa. *Ler a mente do outro* implica conhecer, em primeiro lugar a si mesmo para, somente em seguida, poder diferenciar-se do outro, imaginando e prevendo seu comportamento. Parece pouco provável que uma capacidade tão elaborada como a Teoria da Mente possa constituir-se de um módulo autônomo, sem recurso a outras funções cognitivas como, por exemplo, a memória ou a certas funções executivas.

Diferentes paradigmas utilizados para testar a avaliação da compreensão da ação e intenção do outro têm sido constantemente modificados e criticados (Premack, 2007; Frith & Frith, 2007). O estudo experimental sobre a Teoria da Mente em humanos e não humanos é um campo ainda bastante complexo. A literatura tem mostrado que, a discussão sobre a atribuição de uma Teoria da Mente aos seres humanos e aos demais primatas superiores, varia segundo os critérios metodológicos e conceituais utilizados para validar esta teoria.

Ao que tudo indica, a questão inicial de Premack e Woodruff em saber se os chimpanzés possuem uma Teoria da Mente, e as questões atuais de saber quais os substratos neurais implicados na *capacidade de ler a mente do outro*, ainda restam sem resposta.

Fale e eu te batizo, dizia Cardinal Polignac a um macaco do jardim do rei no século XVIII. Se este encontro ocorresse em nossos dias, talvez Cardinal Polignac iria dirigir-se ao macaco com um outro desafio: *Adivinhe o que eu sinto* e eu te batizo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOLPHS, Ralph; BARON-COHEN, Simon; TRANEL, Daniel. Impaired recognition of social emotions following amygdala damage. *Journal of Cognitive Neuroscience* **14**: 1264-1274, 2002.
- ADOLPHS, Ralph; TRANEL, Daniel; HAMANN, Stephan B.; YOUNG, Andrew W.; CALDER, Andrew J.; PHELPS, Elizabeth A.; ANDERSON, A.; LEE, G. P.; DAMASIO, Antonio R. Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia* **37**: 1111-1117, 1999.
- ARBIB, Michael A. From monkey-like action recognition to human language: an evolutionary framework for neurolinguistics. *Behavioral and Brain Science* **28** (2): 105-24; discussion 125-67, 2005.

- ARISTOTE. *De l'âme*. Texte réunit par A. Jannone. Traduction et notes de E. Barbotin. Paris: Les Belles Lettres, 1966.
- BAAS, Daan; ALEMAN, Andre; KAHN, René S. Lateralization of amygdala activation: A systematic review of functional neuroimaging studies. *Brain Research Reviews* **45**: 96–103, 2004.
- BARON-COHEN, Simon. *Mindblindness: an essay on autism and theorie of mind*. Cambridge, MA: MIT Press; 1995.
- BARON-COHEN, Simon; JOLLIFFE, Therese; MORTIMORE, Catherine; ROBERTSON, Mary. Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* **38**: 813-822, 1997.
- BARON-COHEN, Simon; RING, Howard A.; BULLMORE, Edward T.; WHEELWRIGHT, Sally; ASHWIN, C.; WILLIAMS, Steve C. The amygdala theory of autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* **24**: 355-364, 2000.
- BARON-COHEN, Simon; RING, Howard A.; WHEELWRIGHT, Sally; BULLMORE, Edward T.; BRAMMER, Mick J.; SIMMONS, Andrew; WILLIAMS, Steve C. R. Social intelligence in the normal and autistic brain: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience* **11**: 1891-1998, 1999.
- BLOOM, Paul; GERMAN, Tim P. Two reason to abandon the false belief task as a test of theory of mind. *Cognition* **77**: B25-B31, 2000.
- BROTHERS, Leslie; RING, Brian; KLING, A. Response of neurons in the macaque amygdala to complex social stimuli. *Behavioural Brain Research* **41**: 199-213, 1990.
- BUITELAAR, Jan K.; van der WEES, Marleen. Are the deficits in the decoding of affective cues and internalizing abilities independent? *Journal of Autism and Developmental Disorders* **27**: 539-556, 1997.
- BYRNE, Richard W.; WHITEN, Andrew. *Machiavellian intelligence: social expertise and the evolution of intellect in monkeys, apes, and humans*. Oxford: Oxford University Press, 1988.
- CALL, Josep. Past and present challenges in theory of mind research in nonhuman primates. *Progress in Brain Research* **164**: 341-353, 2007.

- CALL, Josep; TOMASELLO, Michael. A nonverbal false belief task: the performance of children and great apes. *Child Development* **70**: 381-395, 1999.
- . Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends in Cognitive Science Review* **12** (May, 5): 187-192, 2008.
- CARLSON, Stephanie M.; MOSES Louis J. Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development* **72**: 1032-1053, 2001.
- CARPENTER, Malinda; PENNINGTON, Bruce F.; ROGERS, Sally J. Understanding of others intentions in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* **31**: 589-599, 2001.
- DENNETT, Daniel. Beliefs about beliefs. *Behavioral and Brain Sciences* **4**: 568-570, 1978.
- de WAAL, Franz. *The ape and the sushi master: cultural reflections of a primatologist*. New York: Basic Books, 2001.
- DIZIOBEK, Isabel; FLECK, Stefan; ROGERS, Kimberley; WOLF, Oliver T.; CONVIT, Antonio. The 'amygdala theory of autism' revisited: linking structure to behavior. *Neuropsychologia* **44**: 1891-1899, 2006.
- EMERY, Nathan J.; CAPITANIO, John P.; MASON, William A.; MACHADO, Christopher J.; MENDOZA, Sally P.; AMARAL, David G. The effects of bilateral lesions of the amygdala on dyadic social interactions in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Behavioral Neuroscience* **115**: 515-544, 2001.
- FRITH, Chris D.; FRITH, Uta. Social cognition in humans. *Current Biology* **17**: R724-R732, 2007.
- FRITH, Uta. Cognitive explanations of autism. Pp. 324-337, in: LEE, Kang (ed.). *Childhood cognitive development: The essential readings*. Malden, MA: Blackwell Publishers, 2000.
- FRITH, Uta; FRITH, Chris D. Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences* **358** (Mar, 1431): 459-473, 2003.
- . The neural basis of mentalizing. *Neuron* **50** (4): 531-534, 2006.
- GALLESE, Vittorio; KEYSERS, Christian; RIZZOLATTI, Giacomo. A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Sciences* **8**: 396-403, 2004.

- GONTIER, Thierry. *Paradoxe sur la nature des animaux: Montaigne et Descartes*. Paris : J. Vrin, 1998.
- HAPPÉ, Francesca G. An advanced test of theory of mind: understanding of story characters' thoughts and feelings by able autistic, mentally handicapped, and normal children and adults. *Journal of Autism Developmental Disorders* **24**: 129-154, 1994.
- HAUSER, Marc D. Our chimpanzee mind. *Nature* **437**: 60-63, 2005.
- HEYES, Cecilia M. Theory of mind in nonhuman primates. *Behavioral and Brain Sciences* **21**: 101-148, 1998.
- HOLROYD, Suzanne; BARON-COHEN, Simon. Brief report: How far can people with autism go in developing a theory of mind? *Journal of Autism and Developmental Disorders* **23**: 379-385, 1993.
- KAWASHIMA, Ryuta; SUGIURA, Motoaki; KATO, Takashi; NAKAMURA, Akinori; HATANO, Kentaro; ITO, Kengo; FUKUDA, Hiroshi; KOJIMA, Shozo; NAKAMURA, Katsuki. The human amygdala plays an important role in gaze monitoring. A PET study. *Brain* **122** (4): 779-783, 1999.
- MURIS, Peter; STEERNEMAN, Pim; MEESTERS, Cor; MERCKELBACH, Harald; HORSELENBERG, Robert; van den HOGEN, Tanja; Van DONGEN, Lieke. The TOM Test: A new instrument for assessing theory of mind in normal children and children with pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders* **29**: 67-80, 1999.
- POVINELLI, Daniel J.; BERING, Jesse M.; GIAMBRONE, Steve. Toward a science of otherminds: Escaping the argument by analogy. *Cognitive Science* **24**: 509-541, 2000.
- POVINELLI, Daniel J.; PERILLOUX, Helen K.; REAUX, James E.; BIRSCHWALE, Donna T. Young and juvenile chimpanzees' (Pan troglodytes) reactions to intentional versus accidental and inadvertent actions. *Behavioral Processes* **42**: 205-218, 1998.
- POVINELLI, Daniel J.; PREUSS, Todd. Theory of mind: evolutionary history of a cognitive specialization. *Trends in Neuroscience Review* **18** (9, Sep.): 418-424, 1995.
- POVINELLI, Daniel J.; VONK, Jennifer. Chimpanzee minds: suspiciously human? *Trends Cognitive Science* **7**: 157-160, 2003.

- PREMACK, David. Human and animal cognition: continuity and discontinuity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104** (35): 13861-13867, 2007.
- PREMACK, David; WOODRUFF, Guy. Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences* **1**: 515-526, 1978.
- PREUSS, Todd M.; COLEMAN, Ghislaine Q. Human-specific Organization of Primary Visual Cortex: Alternating Compartments of Dense Cat-301 and Calbindin Immunoreactivity in Layer 4A. *Cerebral Cortex* **12** (7, July): 671-691, 2002.
- RIEFFE, Carolien; TERWOGT, Mark M.; STOCKMANN, Lex. Understanding atypical emotions among children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* **30**: 195-203, 2000.
- RIZZOLATTI, Giacomo; ARBIB, Michael A. Language within our grasp. *Trends in Neurosciences* **21**: 188-194, 1998.
- ROWE, Andres D.; BULLOCK, Peter R.; POLKEY, Charles E.; MORRIS, Robin G. "Theory of mind" impairments and their relationship to executive functioning following frontal lobe excisions. *Brain* **124**: 600-616, 2001.
- SAVAGE-RUMBAUGH, E. Sue; RUMBAUGH, Duane; BOYSEN, Sarah T. Sarah's problems in comprehension. *Behavioral and Brain Sciences* **1**: 555-557, 1978.
- SAXE, Rebecca. Understanding other mind: linking developmental psychology and functional neuroimaging. *Annual Review of Psychology* **55** (1): 87-124, 2004.
- SIEGAL, Michael; VRALEY, Rosemary. Neural systems involved in "theory of mind". *Nature Review of Neuroscience* **3** (6): 463-471, 2002.
- TOMASELLO, Michael. Do apes ape? Pp. 319-346, *in*: HEYES, Cecilia M. & GALEF, Bennett G. (eds.). *Social learning in animals: the roots of culture*. San Diego: Academic Press, 1996.

Pangênese e teoria cromossômica da herança: a persistência de idéias?

Nadir Ferrari *
Neusa Maria John Scheid #

Resumo: Apontamos aqui aproximações e distanciamentos entre a teoria da pangênese, cujas raízes se encontram na Antigüidade e que foi concebida de forma mais sistemática na segunda metade do século XIX por Charles Darwin, e a teoria cromossômica. A teoria cromossômica, sustentada por um acúmulo de evidências empíricas obtidas durante diversas décadas, a partir do início do século XX e por um sólido e coerente quadro teórico, é o modelo científico aceito atualmente para explicar os fenômenos ligados à hereditariedade e à transmissão. Entretanto, permanecem indagações que remontam à Antigüidade, relacionadas à manutenção da estabilidade e ao desenvolvimento.

Palavras-chave: história da biologia; pangênese; teoria cromossômica.

Pangensis and chromosome theory: the persistence of ideas?

Abstract: We point out approximations and distinctions between the theories of pangensis and of chromosomes, which characterize the former as an undeveloped stage of the latter. The chromosome theory is supported by a huge amount of empirical evidence and by a solid and coherent theoretical frame. The phenomena related to inheritance and transmission are better explained by this scientific model. Nevertheless, questions related to the maintenance of stability and to development have not yet been fully understood.

Keywords: history of biology; pangensis; chromosome theory.

* Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, CEP 88040 900, Florianópolis, Santa Catarina. E-mail: nadir.ferrari@gmail.com.

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Rua Universidade das Missões 464, prédio 13, CEP 98 802 470, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul. E-mail: scheid.neusa@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

As questões referentes ao processo de reprodução dos seres vivos, à emergência dos seres vivos a partir de outros seres vivos, e à definição de vida têm desde sempre intrigado os pesquisadores da área de Ciências Biológicas. Este texto discutirá a possibilidade de um fato científico, por ser historicamente construído, partilhar características com idéias anteriores que foram refutadas.

A produção do conhecimento é vista por Ludwick Fleck como um processo dinâmico de instauração, de extensão e de transformação do estilo de pensamento dos membros de uma comunidade (Fleck, 1896). Para esse autor, muitas vezes, embora não sempre, fatos científicos encontram-se vinculados a proto-idéias ou pré-idéias, que devem ser vistas como esboços histórico-evolutivos das teorias atuais e cujo surgimento tem que se compreender sócio-cognitivamente.

A teoria cromossômica, sustentada por um grande acúmulo de evidências empíricas e por um quadro teórico coerente, é um modelo que explica de forma mais satisfatória os fenômenos observados. Parece ter respondido de forma final às indagações sobre a filogênese e a ontogênese. Entretanto, os avanços científicos que levaram à formulação da teoria cromossômica e à identificação do ácido desoxirribonucléico, DNA, como material genético, permitiram iluminar as perguntas cruciais, mas não eliminá-las. Evelyn Fox Keller, por exemplo, afirma que é impossível concentrar toda a responsabilidade pela constância da herança, pela variabilidade necessária ao processo evolutivo e à condução dos processos de desenvolvimento e de metabolismo dos organismos em trechos de DNA; a aceitação da molécula de DNA como portadora do gene não forneceu à biologia uma “teoria sobre o viver” (Keller, 2002).

2 NOTAS HISTÓRICAS

É possível encontrar em trabalhos da Antigüidade elementos que iriam aparecer posteriormente na teoria da pangênese de Darwin. Por exemplo, no tratado *Ar, água e lugares*, uma das obras que integra o *Corpus* ou *Coleção hipocrática*, Hipócrates ao comentar sobre a variabilidade entre as populações menciona o efeito do costume de algumas populações de moldar a cabeça de recém

nascidos com bandagens e outros recursos, para mudar a forma de esférica para alongada (considerava-se nessas populações que os crânios mais alongados eram sinal de nobreza) e afirma:

No início o hábito operava, de forma que a constituição era resultado da força (faixas e massagens), mas ao longo do tempo isto acontecia naturalmente, de modo que o hábito já não atuava, **porque o sêmen vem de todas as partes do corpo, saudável das partes saudáveis e doente das partes doentes**. Portanto, se filhos calvos nascem de pais calvos, e filhos com olhos azuis de pais com olhos azuis, e se os filhos de pais com distorções nos olhos são em sua maioria estrábicos, e se o mesmo pode ser dito sobre as outras formas do corpo, o que poderia impedir que uma criança com uma cabeça alongada fosse produzida por um genitor de cabeça alongada? (Hippocrates, 1849, parte 14, grifo nosso).

Como relatado na citação acima, observa-se que nessa época já se aceitava a herança de caracteres adquiridos, um dos pressupostos da teoria de Charles Darwin, explicada por ele muitos séculos depois através da hipótese da pangênese.

Embora contrário a ela, Aristóteles no século IV a.C. é quem, dentre os escritores antigos, melhor articula a teoria da pangênese, que ele atribuiu a Demócrito (Smith, 2006). Ele supunha que cada parte do novo organismo estava contida dentro do sêmen formado por nutrientes sanguíneos. Acreditava que o sangue no ciclo menstrual da mulher continha partes do novo ser que em contato com o sêmen tinha a capacidade de formar o novo indivíduo.

É impossível que uma criatura possa produzir duas secreções seminais ao mesmo tempo; e como a secreção das fêmeas que corresponde ao sêmen dos machos é o líquido menstrual, segue-se que a fêmea não contribui com nenhum sêmen para a geração. Se houvesse sêmen não haveria nenhum líquido menstrual; mas como o líquido menstrual é de fato formado, segue-se que não há sêmen. (Aristóteles, *De generatione animalium*, livro 1, cap. 19, 727a26-30; Aristotle, 1952, p. 267).

As perguntas que dominavam a discussão sobre o sêmen nas teorias antigas sobre geração eram: ambos os genitores contribuem com o sêmen? O sêmen se origina em uma determinada parte do sistema do corpo ou em todas as partes?

Como Aristóteles acreditava que só o pai contribui, não podia aceitar que o sêmen viesse de todas as partes do corpo.

A busca de respostas às questões sobre a concepção animal, a hereditariedade e o desenvolvimento fetal, que já intrigavam os filósofos antigos, receberia, no século XVIII, o nome de “Ciência da Geração”. No século XIX, no início da Embriologia como área de pesquisa própria, as pesquisas passaram a ser motivadas por uma rejeição às idéias de Aristóteles, com uma ênfase na experimentação e na busca de explicações que não envolvessem “mergulhos” em mistérios filosóficos. Entretanto, as perguntas filosóficas sobre a natureza e as origens das substâncias eram herdadas dos gregos e lembravam o legado filosófico de Aristóteles (Smith, 2006).

Charles Darwin, ao formular sua teoria das “células gêmulas” sobre hereditariedade, reportou-se a Hipócrates e, na verdade, foi quem introduziu o termo “pangênese” nos anos 1860-68 (Castañeda, 2006; Smith, 2006), pois em *A variação em animais e plantas domesticados* afirma:

Elas [gêmulas] são coletadas de todas as partes do sistema para constituir os elementos sexuais, e seu desenvolvimento na geração seguinte forma um novo ser, mas elas são também capazes de transmissão, em estado dormente, a gerações futuras e podem então ser desenvolvidas. Seu desenvolvimento depende de sua união com outras células parcialmente desenvolvidas ou nascentes, que as precedem no curso regular do desenvolvimento. A razão para usar o termo união será vista quando discutirmos a ação direta do pólen nos tecidos da planta mãe. Gêmulas são lançadas de cada unidade, não apenas durante o estado adulto, mas durante cada estado de desenvolvimento de cada organismo, mas não necessariamente durante a existência contínua da mesma unidade. Finalmente, assumo que as gêmulas em estado dormente têm uma afinidade mútua, que as agrega em brotos ou em elementos sexuais. Assim, não são os órgãos reprodutivos ou brotos que geram novos organismos, mas as unidades que compõem cada indivíduo. Estas conjecturas constituem a hipótese provisória que eu chamo de Pangênese. (Darwin, 1868, vol. 2, p. 457, grifo nosso)

Ao formular sua hipótese, Darwin cita vários autores que, para ele, sustentam pontos de vista similares ao seu, e comenta que

Aristóteles combateu este ponto de vista, sustentado por Hipócrates e outros.

George John Romanes (1848-1894), um pesquisador que, durante grande parte de sua vida científica, trabalhou sob a tutela de Darwin, realizou suas pesquisas tentando conseguir uma fundamentação experimental para a hipótese da pangênese. Assim, como vários outros dos que se denominavam darwinianos no final do século XIX, ele buscou corrigir e complementar a teoria de Darwin, com a introdução de novos conceitos e hipóteses (Martins, 2006).

Segundo Martins, “a hipótese da pangênese permitia explicar de forma bastante natural a herança de caracteres adquiridos – que era aceita por Darwin: como os elementos sexuais conteriam gêmulas produzidas pelo próprio organismo durante todas as fases de sua vida, qualquer alteração do organismo ficaria também impressa nos gametas” (Martins, 2006, p. 214). Segundo essa hipótese, as gêmulas, contendo informações sobre os vários tecidos e órgãos de cada organismo, circulariam pelo corpo do animal ou planta. Quando duas plantas fossem unidas por enxerto, correria um intercâmbio de gêmulas entre elas, afetando assim os órgãos reprodutivos da planta, levando à produção de híbridos que poderiam ser mantidos por reprodução sexual. Romanes tentou produzir esse tipo de híbridos por enxerto, inicialmente em plantas e depois também em animais, não obtendo, no entanto, sucesso nesses experimentos.

Na década de 1880 os citologistas observaram que a divisão celular envolvia alterações nos cromossomos, mas só mais tarde é que ficaria estabelecido o papel dos cromossomos na ligação material entre as gerações. “Qualquer teoria que se relacionasse com a reprodução da vida teria de contemplar desde a fecundação, passando pela divisão celular, até a base material da herança e sua influência no desenvolvimento do novo ser” (Castañeda, 1997, p. 42). Como poderiam essas estruturas, os cromossomos, regular o desenvolvimento, e como se relacionavam com o processo de herança?

“As primeiras sugestões de que os cromossomos estavam relacionados à hereditariedade são atribuídas a Wilhelm Roux e August Weismann” (Martins, 1999b, p. 236) e a hipótese que procurava estabelecer um paralelo entre o comportamento dos cromos-

somos e os princípios mendelianos é atribuída a Sutton e Boveri, em 1902-3 (Martins, 1999b, p. 236)

Em 1892 August Weismann expôs sua teoria do plasma germinativo, na qual fazia uma distinção entre soma (células somáticas) e germe (células germinativas ou reprodutoras) e afirmava que apenas o plasma germinativo era transmitido de uma geração para a outra. Weismann, não foi o primeiro a conceber a continuidade da substância responsável pela hereditariedade, pois Francis Galton e Gustav Jäger o anteciparam, mas foi ele quem lidou com suas complicações (Martins, 2003).

Para Weismann, o plasma germinativo era constituído por partículas sub-microscópicas chamadas bióforos, que seriam as menores moléculas capazes de se dividir e multiplicar. Elas seriam responsáveis pelas características da célula. Um conjunto de bióforos constituiria um determinante, que também não seria visível ao microscópio, e seria responsável pelas características dos diferentes tecidos que constituem as diversas partes do organismo (corresponderia ao fator mendeliano). Um conjunto de determinantes constituiria um id (que em princípio poderia formar um organismo inteiro) e um conjunto de ids, constituiria um idante (que corresponderia estruturalmente ao cromossomo em termos citológicos, mas não conceitualmente porque um cromossomo conteria ids de muitos ancestrais. Porém, embora se possa fazer algumas relações entre os elementos da teoria do plasma germinativo de Weismann e a hipótese cromossômica, havia diferenças e incompatibilidades entre ambas. O tipo de divisão dos cromossomos que Weismann admitia era incompatível com a hipótese/ teoria cromossômica. Os cromossomos para Weismann teriam apenas uma permanência relativa. Na formação dos gametas eles se dividiam transversalmente, e não longitudinalmente perdendo assim metade de seus ids. Depois, através da reunião dos cromossomos paternos e maternos, por suas extremidades, seriam reconstituídos cromossomos inteiros, sendo que cada metade viria de um dos progenitores. Através desse processo, ao longo de várias gerações, os cromossomos iriam se tornando coleções de um grande número de ids diferentes, provenientes de diferentes antepassados (Martins, 2003, p. 62). Por outro lado, os elementos que constituíam o plasma germinativo, segundo a teoria de Weismann, não

circulavam pelo organismo, como as gêmulas na hipótese da pangênese.

Em 1889, Hugo de Vries enunciava sua teoria da pangênese intracelular, em que os caracteres visíveis dependiam das propriedades de pequenas e invisíveis partículas de material vivo, denominadas por ele de pangenes e que poderiam ser ativas ou inativas, sendo potencialmente capazes de crescer e se multiplicar em ambos os casos. Segundo essa teoria as pangenes não representavam partes morfológicas do organismo, nem células, nem partes de células, mas caracteres individuais, constituindo-se em unidades de vida (Stamhuis, Meijer & Zevenhuizen, 1999).

No início do século XX, a partir da hipótese formulada por Sutton e Boveri de uma explicação cromossômica para os fatores de Mendel, o trabalho coletivo de vários pesquisadores levou à formulação, e aceitação pela comunidade científica, da teoria cromossômica da hereditariedade. A história da construção da teoria cromossômica como fato científico tem sido objeto de estudo da pesquisadora Lilian Al-Chueyr Pereira Martins que, em vários de seus artigos (Martins, 1998; 1999a; 1999b; 2003) analisa as controvérsias, os equívocos e acertos, as rejeições e justificações que contribuíram para a produção de conhecimento sobre hereditariedade.

3 CONSIDERAÇÕES

No presente trabalho, aventamos a possibilidade de uma conexão entre os estilos de pensamento que tentam explicar a semelhança entre os ancestrais e a prole, desde a Antiguidade até os dias atuais, isto é, de a teoria cromossômica da herança guardar esboços rudimentares da teoria da pangênese (Fleck, 1986).

Como parte do estilo de pensamento sobre hereditariedade hoje hegemônico, a teoria cromossômica da herança propõe que os cromossomos, existentes em todas as células nucleadas do corpo, contêm os genes com as informações que norteiam a formação e o desenvolvimento de um indivíduo desde o período embrionário até a maturidade.

A idéia hipocrática da pangênese, modificada por Darwin e outros, coloca a existência de partículas provenientes de todos os órgãos do corpo que seriam transmitidas de geração a geração.

Embora essa idéia contenha, nos modelos explicativos sobre hereditariedade, concepções atualmente consideradas incorretas, rudimentos dessa teoria podem estar presentes na teoria atualmente aceita. A afirmação de que os genes estão presentes em praticamente todas as células do organismo, tanto as germinativas como as somáticas, guardaria resíduos da idéia de pangenes? Uma diferença importante entre as duas teorias é que a da pangênese, como colocada por Darwin, não estabelece descontinuidade entre células germinativas e células somáticas, compatibilizando-se com a teoria, que não é mais aceita atualmente, da herança de caracteres adquiridos. Embora a teoria cromossômica considere que os mesmos genes estão presentes em células somáticas e células germinativas, considera também que alterações nas primeiras não são transferidas à prole por intermédio das segundas, uma vez que pressupõe o isolamento entre elas.

Se, por um lado, a teoria cromossômica permite considerar que fatores ambientais podem causar alterações herdáveis no material genético, por outro lado, essas alterações só se transmitirão aos descendentes se acontecerem nas células gonadais.

Alguns exemplos ilustram a persistência da idéia de contribuição masculina diferenciada nas explicações científicas sobre hereditariedade ao longo da história da Biologia. Em Aristóteles, o macho provê a forma e a fêmea provê a matéria. Para McClung e Sutton, no início do século XX, o cromossomo acessório responsável pela diferenciação sexual estaria presente em metade dos espermatozoides e ausente nos ovócitos. Nos manuais de genética utilizados atualmente, a diferenciação sexual é explicada no estilo de pensamento da teoria cromossômica, mas com forte conotação de contribuição diferenciada. As gônadas embrionárias, bissexuada no início do desenvolvimento, se diferenciam em testículos quando o cromossomo Y está presente e, na sua ausência (pela falta, portanto) elas “passivamente” se diferenciam em ovários.

Darwin explicava satisfatoriamente, por meio do conceito de seleção natural, como as mudanças na forma e na função biológica se mantinham ou eram eliminadas, mas não conseguia explicar a origem das variações, tampouco a reprodutibilidade dessas formas e funções durante intervalos mais curtos de tempo geológico. Como ele aceitava a idéia de herança por mistura, que implicava em diminuição da variabilidade ao longo das gerações, recorreu à

idéia de herança dos caracteres adquiridos e à teoria da pangênese para explicar a origem das variações.

Se por um lado o século XIX teve como marco a instauração das idéias darwinianas como explicação da evolução, a instauração do mendelismo nas primeiras décadas do século XX trouxe uma nova forma de pensar a hereditariedade. Este sistema de idéias introduziu nas Ciências Biológicas o conceito de herança particulada, em contraposição ao de herança por mistura. Segundo o mendelismo as partículas (fatores/elementos celulares) estão no interior do núcleo, nos gametas e não circulam pelo corpo. Dessa forma, mesmo no indivíduo “heterozigoto” os fatores provenientes dos progenitores não se misturam no interior dos gametas.

Os “elementos” ou “fatores”, mais tarde chamados “genes”, passaram a ser considerados como únicos, indivisíveis, imiscíveis, que se recombinariam e garantiriam a variabilidade genética (Keller, 2002).

A aceitação, pela comunidade científica, dos dois corpos de idéias, o mendelismo e o darwinismo, como formas de pensar a constância e a variação das características dos seres vivos, que não ocorreu imediatamente como os relatos mais populares sobre a História da Biologia conduzem a acreditar, culminou na teoria sintética da evolução que pretendeu unificar diferentes campos de investigação na disciplina Biologia. Mas o gene permanecia como uma entidade abstrata, misteriosa.

Ao longo do século XX o gene pareceu materializar-se. Com a aceitação do modelo de dupla hélice para o DNA e da função do material genético para essa molécula, os genes passaram a ser considerados nada mais que moléculas de ácido desoxirribonucléico e a pergunta: de que são feitos os genes pareceu respondida (Keller, 2002). O modelo de DNA parecia ter desvendado o segredo da vida. A estrutura da molécula permitia entender o gene como entidade replicadora e mantenedora de uma informação a ser lida e transmitida. Tudo indicava que a base material da herança estava estabelecida.

Na segunda metade do século XX houve o advento da tecnologia do DNA recombinante e o lançamento do projeto de seqüenciamento do genoma humano. A Biologia atingiu seu clímax no alvorecer do século XXI com o primeiro (de vários) anúncios de término de seqüenciamento do genoma humano. Chamamos

de clímax a esse estágio da história da biologia não tanto pela maneira com que esses avanços satisfizeram nossas expectativas, mas pelo modo com que as transformaram. Expressões como: busca do cálice sagrado, receita de ser vivo, e outras utilizadas no início da década de 1990, revelavam a expectativa de que o seqüenciamento do genoma pudesse, por si só, prover tudo que era necessário para compreender a função biológica.

Quando o genoma humano, e também o de vários outros organismos, foi decodificado, a seqüência de bases no DNA passou a ser vista não como produto final, mas como ferramenta. As proteínas são produzidas sob controle gênico, mas o DNA necessita de proteínas para ser replicado com fidelidade. E permanece, como um sintoma (Didi-Huberman, 2000), a indagação que vem sendo formulada desde a Antigüidade: como a estabilidade genética é mantida? Como uma única célula pode originar um organismo completo?

O significado do termo “gene” é hoje objeto de grande controvérsia, e as complicações ficaram mais evidentes com o advento dos trabalhos com clonagem por transferência nuclear, isto é, desenvolvimento de novos organismos a partir de zigotos formados pela transferência do núcleo de uma célula de um animal adulto por um oócito anucleado de outro animal de mesma espécie. A técnica de clonagem evidenciou a importância do citoplasma no desenvolvimento. Se as instruções para o desenvolvimento estivessem contidas inteiramente nos genes, não seria necessário transferir o núcleo de uma célula de adulto para dentro de um oócito que só contém citoplasma.

Permanecem muitas perguntas, que continuam a mobilizar os pesquisadores em Ciências Biológicas. Nessa investigação foi possível perceber a sobrevivência de rudimentos da hipótese da pangênese na teoria cromossômica, em uma conjunção entre diferença e repetição, isto é, que formas não completamente desenvolvidas da teoria cromossômica estão presentes na teoria da pangênese. Talvez a História da Biologia possa ser vista, a exemplo da história da arte na perspectiva de Georges Didi-Huberman, como um jogo de latências e de crises, perspectiva a ser explorada (Didi-Huberman, 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTOTLE. *The works of Aristotle*. Ed. W. D. Ross. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. 2 vols.
- CASTANEDA, Luzia Aurélia. *Caracteres adquiridos: história de uma idéia*. São Paulo: Scipione, 1997.
- . A natureza das gêmulas na hipótese da pangênese de Darwin e o conceito de vida. Pp. 283-308, in: MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; REGNER, Anna Carolina K.; LORENZANO, Pablo (orgs.). *Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos*. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), 2006.
- DARWIN, Charles. *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Murray, 1868. 2 vols. Disponível em: <www.gutenberg.org>. Acesso em 11 de abril de 2008.
- DIDI-HUBERMAN, Georges. *Devant le temps- histoire de l'art et anachronisme des images*. Paris: Éditions de Minuit, 2000.
- FLECK, Ludwick. *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Trad. Luís Meana. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- HIPPOCRATES. On airs, waters and places. Vol. 1, pp. 161-178 in: *The genuine works of Hippocrates*. Trad. Francis Adams. London: Printed for the Sydenham Society, 1849. 2 vols.
- KELLER, Evelyn Fox. *O século do gene*. Trad. Nelson Vaz. Belo Horizonte: Crisálida, 2002.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Thomas Hunt Morgan e a teoria cromossômica: de crítico a defensor. *Episteme* 3 (6): 100-126, 1998.
- . Did Sutton and Boveri propose the so-called Sutton-Boveri chromosome hypothesis? *Genetics and Molecular Biology* 22 (2): 261-271, 1999 (a).
- . McClung e a determinação do sexo: do equívoco ao acerto. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 6 (2): 235-256, 1999 (b).
- . August Weismann e evolução: os diferentes níveis de seleção. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência* 1 (1): 53-74, 2003.
- MARTINS, Roberto de Andrade. George John Romanes e a teoria da seleção fisiológica. *Episteme* 11 (24): 197-208, 2006.

- STAMHUIS, I. H.; MEIJER, O. G.; ZEVENHUIZEN, E. J. A.
Hugo de Vries on heredity, 1889-1903: statistics, Mendelian laws, pangenes, mutations. *Isis* **90** (2): 238-267, 1999.
- SMITH, Justin. *The problem of animal generation in early modern philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo

Nelio Bizzo *

Resumo: É muito comum afirmar que Darwin não possuía uma teoria para explicar a hereditariedade e que, portanto, deixou de antecipar uma perspectiva evolutiva mais moderna. Além disso, afirma-se que a falta de contato com o trabalho de Gregor Mendel foi um ponto decisivo a impedir o darwinismo de se aproximar da Nova Síntese, que foi formulada nas primeiras décadas do século XX. Algumas razões são apresentadas para entender porque o trabalho de Mendel não foi reconhecido em seu tempo, ao passo que as teorias de Darwin, em especial sua teoria para explicar a herança, foram continuamente evocadas, até mesmo depois do redescobrimto do trabalho de Mendel. A teoria hereditária de Darwin é ainda pouco conhecida no terreno educacional e no ensino de ciências. Neste artigo, procura-se mostrar como as duas perspectivas tinham pouco em comum e que o conhecimento recíproco de suas formulações não teria feito nem Darwin, tampouco Mendel, anteciparem a Nova Síntese, que finalmente surgiu apenas em pleno século XX.

Palavras-chave: ensino de evolução; darwinismo; ensino de genética.

Charles Darwin's genetical theory as opposed to Mendelism

Summary: It is often said that Charles Darwin had no theory to explain heredity, and, thus, was not able to anticipate a more modern evolutionary perspective. In addition, his supposed lack of acquaintance with the work of Gregor Mendel is generally taken as a crucial point which prevented Darwinism to get closer to the New Synthesis, which was formulated in the first decades of the 20th century. Some reasons are presented to understand why Mendel's work was not recognized then, meanwhile Darwin's theories, specially his theory to explain inheritance, were continuously evocated, even after the rediscovery of Mendel's work. Darwin's theory of inheritance is still fairly unknown in educational grounds and in science education. This paper tries to show how both perspectives shared few things in common, and reciprocal knowledge of their formulations would not

* Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Av. Da Universidade 308, São Paulo, SP, CEP. 05508-040. E-mail: bizzo@usp.br

have led neither Darwin, nor Mendel, to anticipate the New Synthesis, which finally appeared in the 20th century.

Keywords: evolution education; Darwinism; genetics education.

1 INTRODUÇÃO

Dizemos que a Biologia é uma ciência, e não uma confederação de ciências, graças à unificação trazida pela teoria da evolução. Isso se explica, em grande parte, pela proximidade causal percebida em diferentes contextos envolvendo os mais diferentes organismos. A base citológica comum, a bioquímica comum, o caráter conservativo de características básicas da arquitetura celular, etc. foram amalgamando uma percepção particular, capaz de aproximar a tradição da fisiologia e da anatomia, da zoologia e da botânica, por exemplo, a partir de uma percepção comum. O estabelecimento de uma base comum, compartilhada por um grupo grande de cientistas, que estabeleceram um consenso sólido, explica a sedimentação de uma perspectiva que deixou para traz divergências importantes, que perduraram por diversos anos ao redor do início do século.

Uma teoria evolutiva demanda, necessariamente, um sistema capaz de explicar o caráter conservativo da herança biológica, por um lado, e, por outro, a origem da inovação, a novidade evolutiva. A freqüente apresentação da teoria evolutiva original de Darwin nos diz que ele simplesmente tomava como um dado de realidade a conservação da informação e a novidade evolutiva, sem ter se preocupado em investigá-las mais profundamente. Essa informação, de certa forma, contrasta fortemente com a imagem pública de Darwin, de um cientista metucioso, determinado a explicar de maneira aprofundada a origem das espécies. Entre seus contemporâneos, aparece a imagem de Lamarck, que teria errado ao apresentar uma explicação para a origem das inovações baseada no uso e desuso das partes do organismo.

Uma outra inconsistência lógica evidente pode ser localizada na evocação da imagem de Mendel, apresentado como uma pessoa de raros dotes científicos e matemáticos. É comum que se transmita implicitamente a idéia de que ele não estava ciente da obra de seu contemporâneo Charles Darwin, ou então que ele não teria percebido as decorrências de suas idéias sobre hereditariedade para uma teoria evolutiva qualquer. Embora seja comum en-

contrar algum lamento para o desconhecimento de Darwin em relação a Mendel, é raro (se é que já tenha sido feito) o lamento inverso, ou seja, de que Mendel poderia ter realizado algo parecido com a síntese evolutiva do início do século XX se tivesse conhecido com profundidade o trabalho de Darwin. Pode-se muito bem dizer o contrário: Mendel foi apontado como anti-evolucionista e anti-darwiniano (Callender, 1988; Bishop, 1996) e, inclusive, não-mendeliano! (Olby, 1979). Talvez haja um fator psicológico inconsciente nada desprezível, valorizando mais a capacidade intelectual de Darwin, embora se reconheça o grande preparo de Mendel. Um era uma personalidade de projeção internacional em seu tempo, com muitas publicações importantes, vivendo no centro industrial e financeiro do mundo; o outro era um padre católico modesto, autor de uma única publicação acadêmica, em uma região decadente, professor secundário substituto, o que já foi apontado como fato a ser devidamente considerado (Freire-Maia, 1995, p. 31).

Como se pretende demonstrar adiante, as duas posições têm base factual muito frágil. Darwin e Mendel tiveram notícia recíproca de seus trabalhos em diferentes graus, mas isso não os dissuadiu de continuar a desenvolver seus modelos teóricos em direções divergentes em relação à adotada pela Nova Síntese nas primeiras décadas do século XX. Sem pretender lançar um julgamento final sobre a obra de nenhum dos dois grandes cientistas, pretende-se apenas demonstrar como Darwin tinha uma teoria genética que amparava suas idéias evolutivas e que ela colidia frontalmente com o que tinha sido proposto por Mendel, com o qual tinha de fato travado contato em algum grau. Este fato tem sido amplamente negligenciado no universo da educação e do ensino (Bizzo & El-Hani, 2008).

2 A INDIFERENÇA À TEORIA GENÉTICA DE MENDEL

O título deste trabalho traz, rigorosamente falando, um anacronismo deliberado, ao rotular uma teoria do século XIX com um termo do século seguinte. De fato, foi William Bateson que cunhou o termo “genética” ao descrever a elaboração de Mendel com seu trabalho sobre ervilhas. Segundo ele, Mendel teria tido

pouca sorte ao publicar seu trabalho em 1866, juntamente quando a comunidade científica discutia as decorrências do trabalho luminoso de Darwin de 1859, o livro *Origem das espécies*. O anacronismo do título se justifica pelo fato de se buscar ressaltar a equivalência dos modelos desenvolvidos por Darwin e Mendel, à mesma época, com objetivos similares: explicar a herança, tendo em vista as decorrências evolutivas.

Assim, ao falar da “genética de Darwin” ressalta-se a existência de um sistema de idéias que pretendia ser equivalente e tornar desnecessária a genética de Mendel. Mais do que isso: ressalta-se o entrelaçamento obrigatório entre as idéias de herança e evolução no contexto científico de meados do século XIX. Existia uma demanda por uma teoria da herança particular, ou seja, as idéias nesse campo não poderiam ser dissociadas das perspectivas evolutivas que apareciam como a grande novidade do período. Idéias sobre herança havia e em profusão; a comunidade científica carecia de uma teoria que pudesse incorporar as novas demandas trazidas pelas novidades da teoria evolutiva. Nada desprezível, a extensão da perspectiva evolutiva ao ser humano, que esteve presente desde o início da formulação darwiniana, adicionava importância a um possível modelo para explicar a herança e tinha sido percebida desde o século XVIII (Müller-Wille & Orel, 2007), desde o trabalho de Joseph Gottlieb Kölreuter (1733-1806), que afirmava que mesmo entre os humanos a hibridização¹ poderia explicar a maior ou menor fertilidade dos organismos (Mayr, 1986, p. 170).

A afirmação de que a forma pela qual as idéias de Mendel foram recebidas em seu tempo não teve nada de acidental e que elas só poderiam ter sido negligenciadas pela comodidade científica de seu tempo aparece no trabalho de Elizabeth Gasking (Gasking, 1959). Ela defendeu a idéia de que a indiferença quase solene reservada ao trabalho de Mendel era previsível, a tomar o histórico das pesquisas sobre hibridização. Muitos de seus contemporâneos

¹ Assume-se neste ensaio como sinônimos os vocábulos ingleses “*hibridism*” e “*mongrelism*”, conquanto em sua forma original se referissem respectivamente a híbridos vegetais e animais (“mulas”).

teriam tomado seu trabalho como sendo uma “tentativa confusa de investigar a origem das espécies” (Gasking, 1959, p. 61), pois sua ênfase recaía sobre o aspecto conservativo da herança, sem acreditar na possibilidade de originar novas espécies a partir da hibridização.

A grande questão subjacente aos trabalhos de hibridização dizia respeito à possibilidade de criar ou extinguir espécies novas, em verdadeira aproximação experimental da questão da origem das espécies. Até que ponto pode-se inovar no mundo natural? Esta era a questão central investigada pelos hibridizadores, desde o século XVIII, que aliavam estudos puramente teóricos a produções tecnológicas. Os trabalhos de Kölreuter, que tinha comprovado a veracidade do sexo no reino vegetal, comprovavam que os híbridos portavam elementos tanto da contribuição masculina (pólen) quando da feminina e tinham sido planejados para investigar a possibilidade de criação de novas espécies. Diversas espécies de tabaco foram por ele investigadas - o que demonstrava essa aliança entre questões puramente teóricas e aplicações tecnológicas - mas elementos quantitativos de variação contínua (como morfologia floral) mostravam híbridos intermediários em muitas espécies. Mesmo assim, essas inovações quantitativas foram tomadas como evidências das possibilidades de criação de novas espécies por meio de cruzamentos planejados, que apenas repetiriam processos naturais que promoveriam a constante origem de novas espécies.

Um bem sucedido horticultor inglês, Thomas Andrew Knight (1759-1838), que estabeleceu os procedimentos básicos para realização de cruzamentos verdadeiros entre variedades de ervilhas, desenvolveu no início do século XIX a variedade chamada “ervilha doce”, que está até hoje a venda em *freezers* de supermercados, além de variedades de morangos, maçãs, peras e muitas outras vegetais. Suas ilustrações de novos cultivares, como *Pomona herefordiensis*, uma nova maçã amarela com uma mancha avermelhada, apareceram em uma publicação de 1811, disputada até hoje por antiquários e leiloeiros. Foi ele que estreou, em 1787, o estudo de cruzamentos de ervilhas visando aplicar seus resultados em maçãs, cerejas e outras espécies de interesse econômico. As espécies arbóreas se tornam produtivas apenas após alguns anos, o que inviabiliza a realização de cruzamentos; as ervilhas, por outro lado,

com um ciclo anual, permitem acelerar enormemente tais estudos. As possibilidades de criar essas novas formas passaram a ser estudadas em ensaios com outras espécies, de ciclo mais rápido. Pelo fato de serem anuais e de possuírem linhagens puras, além de possibilitarem cruzamentos verdadeiros, com muitas linhagens conhecidas, as ervilhas foram escolhidas por Knight como modelo experimental. Em outros termos, mesmo tendo em vista aplicações tecnológicas, a ervilha tinha sido escolhida como planta experimental muito antes de Mendel. Knight recebeu a Medalha Copley em 1806, uma comenda que Darwin também receberia quase 60 anos depois.

De fato, em 1822 foi publicado na Inglaterra um resultado de cruzamento de ervilhas realizado por John Goss, que antecipava de alguma forma os resultados de Mendel. O cruzamento entre ervilhas brancas e a variedade produzida por Andrew Knight, chamada “anã-azul”, tinha como resultado, na primeira geração, apenas ervilhas brancas. Deixadas a se autopolinizar, as plantas “anãs-azuis” tinham apenas ervilhas do mesmo tipo como resultado. No entanto, ao autocruzar as ervilhas brancas, pode-se recuperar grande quantidade de outras ervilhas brancas, mas também alguma s”ervilhas azuis” (Gasking, 1959, p. 62).

Tais resultados, embora apresentados inicialmente apenas aos horticultores da época, não passavam despercebidos aos teóricos da hereditariedade, mesmo se buscassem modelos mais amplos e generalizações mais abrangentes. Os trabalhos de Andrew Knight foram transcritos nos anais da Royal Society, de maneira a torná-los conhecidos da comunidade científica. O oferecimento de prêmios específicos a trabalhos sobre hibridização que incluíssem conseqüências para a agricultura é indicativo da demanda por esse tipo de esforço conciliatório. Em 1761 a Academia de Ciências de São Petersburgo tinha instituído um prêmio sobre hibridização, que foi ganho por Lineu, por seus trabalhos sobre hibridização, como o bem-sucedido cruzamento de duas asteráceas, uma amarela (*Tragopogon pratensis*) e outra de cor lilás (*Tragopogon porrifolius*), produzindo uma nova variedade híbrida. Suas sementes foram apresentadas como evidência da hibridização, não sem certa desconfiança de Kölreuter, que deveria verificar a veracidade do anúncio de Lineu. Este passou a acreditar que as ordens taxonômicas superiores eram obra de um Criador, mas que as formas híbri-

das tinham passado a criar combinações novas, idéia que afrontava as crenças de Kölreuter, para quem a fertilidade dos híbridos era um completo e incompreensível contra-senso (Mayr, 1986).

A indução por pesquisas sobre hibridização se acentuou no século seguinte. Prêmios foram instituídos por diversas academias, como por exemplo, pela Academia de Ciências da Holanda, em 1830. O desafio dizia: “O que nos ensina a experiência sobre a produção de novas espécies e variedades a partir do cruzamento artificial com pólen entre flores diferentes, e que plantas de valor econômico e ornamental podem ser produzidas dessa forma?”. O prêmio foi ganho por Carl Friedrich von Gärtner (1772-1850) em 1837, que anos depois escreveu um longo livro sobre o assunto, o qual se tornou uma referência básica na área (GÄRTNER, F. C. *Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche*. Stuttgart: K. F. Herring, 1849 – “Experimentos e observações sobre a produção de híbridos no reino vegetal”). Ele tinha realizado cerca de 10.000 cruzamentos, envolvendo cerca de 700 espécies diferentes, ao longo de 25 anos, estabelecendo algumas conclusões importantes. Além de confirmar muitos resultados de Kölreuter sobre o sexo nos vegetais, ele concluía como lei geral, que se estendia a animais e vegetais, que os pais não transmitem suas características de maneira inalterada para sua descendência. Alguns entendem que ele prenunciava claramente a possibilidade evolutiva; outros, ao contrário, afirmam que suas conclusões não poderiam apoiar uma teoria evolutiva.

O fato indiscutível é o reconhecimento, tanto de Darwin quanto de Mendel, da importância dos resultados de Gärtner. Seu livro foi referência para ambos, sendo profusamente citado em suas respectivas obras

A proximidade entre os achados na Inglaterra e Alemanha contrastava com as conclusões da França. A Academia Parisiense de Ciências tinha instituído um prêmio em 1861, com o tema: “Estudo dos híbridos de plantas, sob os aspectos da fertilidade e da perseverança ou perda de seus caracteres”. Em 1862, Charles Naudin (1815-1899) apresentou seus resultados, com o título “Estudos recentes sobre hibridização de plantas”, o que lhe rendeu o prêmio da Academia. Seus experimentos foram realizados com doze gêneros diferentes, que não incluíam ervilhas, mas diversas formas cujos híbridos apresentavam descendência com formas

parecidas com os avós, naquilo que ele chamou de “lei do retorno”. Os híbridos – essa era sua conclusão – não poderiam formar espécies novas, dada a tendência a retornar aos tipos parentais, mantendo-se apenas como variedades instáveis. Logo em seguida, Darwin sofreu um ataque frontal da Academia, pela pessoa de seu secretário geral, Pierre Flourens (1794-1867), que atacou de forma contundente o livro “Origem das espécies” (Harvey, 2003). Flourens foi pioneiro da investigação do cérebro de vertebrados e pesquisador do clorofórmio para fins anestésicos, o que lhe tinha conferido extraordinária reputação. Ele tinha sido orientado por Georges Cuvier (1769-1832) em seus experimentos de 1814-1822, sobre neurofisiologia de pombos, o que explica seu alinhamento com a perspectiva fixista.

De certa forma, as conclusões sobre a natureza dos híbridos tinham como justificativa as repercussões econômicas do possível desenvolvimento de novos cultivares, mas, ao mesmo tempo, potencialmente poderiam responder questões-chave sobre a possibilidade da origem das espécies. Para Richard Olby (1979) Mendel, na realidade, teria pouco a ver com o mendelismo do século XX, pois ele não perseguia uma teoria para a hereditariedade, mas seguiu a tradição dos hibridistas de seu tempo, que procuravam por conseqüências evolutivas da (im)possibilidade de romper as barreiras entre as espécies. O trabalho de Mendel se alinhava ao de Naudin e sinalizava para a manutenção dos limites das espécies, em oposição não de todo implícita, com a possibilidade da origem de novas espécies. No entanto, essa tese foi recentemente revista e criticada (Muller-Wille & Orel, 2007), entendendo como força de expressão retórica as passagens de Mendel, em seu trabalho de 1865, nas quais ele define a “lei válida para *Pisum*” como “mera hipótese”.

As conclusões de Sclater (2006, p. 192), no entanto, permanecem alinhadas ao bom senso, quando afirma: “A comunidade científica foi extremamente lenta em perceber o significado do trabalho de Mendel, provavelmente porque ele próprio não foi capaz de explicar de maneira razoável a diferença entre seus resultados muito claros com ervilhas, daqueles com outros gêneros.”. Sem dúvida, Mendel morreu sem ter idéia de sua importância futura para a ciência; tanto isso é verdade que os próprios religiosos agostinianos se desfizeram de quase todos os seus pertences

peçoais. Se eles tivessem alguma idéia de sua importância, dificilmente teriam feito isso.

Em 1884, logo após a morte de Mendel, o famoso botânico suíço Karl W. Nägeli (1817-1891), professor da Universidade de Munique, publica um livro (*Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre* – “Teoria mecânico-fisiológica da descendência”), no qual discute mecanismos de herança, introduzindo a idéia de uma base material para a herança, uma substância que ele denominara “idioplasma”. Ele discutia as conseqüências evolutivas das modificações do “idioplasma”, concordando com Darwin em diversos aspectos. Ele tinha se correspondido com Mendel por quase sete anos (entre 1866 e 1873), de quem recebera cópia do trabalho com ervilhas logo após sua publicação e, depois, o monge agostiniano lhe remetera 140 pacotes com ervilhas de diferentes tipos a fim de repetir seus experimentos. No entanto, Nägeli, que teve o maior contato conhecido e qualificado com os resultados de Mendel, não cita seu nome nem mesmo uma única vez nesse seu último e grande livro em nenhuma de suas mais de 800 páginas (Freire-Maia, 1995, p. 30).

Pelo exposto, não resta dúvida que a busca por uma teoria da herança fazia parte de um programa de pesquisas mais amplo, e estava subsumida por um objetivo mais amplo, qual seja, o de demonstrar experimentalmente o limite das barreiras entre as espécies. Esse era o objetivo teórico mais importante dos experimentos sobre hibridização, que vinham se acumulando há mais de 100 anos. Nesse sentido, o trabalho de Mendel trazia um refinamento matemático moderno, mas que conduzia de volta a uma antiga conclusão. Ela não poderia trazer nada além do que certa decepção aos evolucionistas da época uma confirmação de que parte dos híbridos manterá a característica recebida de um dos pais, e a transmitirá de forma inalterada, e, além disso, que os descendentes transmitem combinações matematicamente previsíveis das características parentais.

No penúltimo parágrafo de seu trabalho publicado em 1866, Mendel escreveu que Gärtner tinha sido levado a se opor à opinião dos naturalistas que pretendiam apontar a falta de estabilidade das espécies vegetais como evidência da evolução das espécies (Mendel [1866] *apud* Freire-Maia, 1995, p. 96). Para Gärtner, existiam limites fixos que não poderiam ser transpostos e a esterili-

dade seria a evidência desses limites. Mendel e Darwin não concordavam sobre esse aspecto. Mesmo sem pretender realizar uma hermenêutica semântica profunda desse trecho, que já foi objeto de conclusões diametralmente opostas (ver Harvey, 2003 para uma revisão), pode-se apenas confirmar que, ao final de seu trabalho, onde é lícito ressaltar aquilo que nele o autor vê de mais importante, Mendel não fala das leis da herança, mas das conseqüências dos experimentos de hibridização para a possibilidade da evolução das espécies.

3 A POMPOSA RECEPÇÃO À TEORIA GENÉTICA DE DARWIN

O ano de 1865 é emblemático da trajetória das teorias genéticas de Mendel e Darwin. Em 8 de fevereiro e 8 de março, Mendel apresenta seu trabalho sobre hibridização em ervilhas e feijões, no encontro da Sociedade dos Naturalistas de Brünn (hoje, República Tcheca). Em 1º de maio do mesmo ano, Thomas Huxley escreve a Darwin dizendo ter ouvido rumores que seu “opus magnum” já teria tido a escrituração terminada e que estaria sendo preparado para publicação. Ele se referia ao capítulo sobre sua “teoria dos pangenes”, que explicaria, de maneira conclusiva, a descendência com modificação, apresentada em seu livro de 1859, “Origem das espécies”. De fato, Darwin responde positivamente e lhe encaminha o esboço manuscrito, a fim de receber comentários, o qual passaria a fazer parte de seu novo livro em final de escrituração.

Darwin concluía a redação iniciada quase dez anos antes, em 1857, quando escreveu um longo manuscrito sobre hibridismo, que faria parte de seu “grande livro sobre as espécies”. Esse longo manuscrito foi publicado apenas em 1975, tendo sido editado por Robert Stauffer, e seu conteúdo seria utilizado tanto no *Origem das espécies* (1859) como no *Variations of animals and plants under domestication* (1868) e *Effects of self- and cross-fertilization in the vegetable kingdom* (1876).

Mas o manuscrito tinha começado no ano anterior, com duas primeiras seções sobre variações no estado de domesticação, que acabaram sendo utilizadas no livro de 1868. A terceira era justamente sobre a possibilidade de cruzamentos na natureza entre todas as espécies naturais e a extraordinária susceptibilidade do

sistema reprodutor a influências externas. Esta parte do manuscrito, que deve ter sido terminada ao redor de 16 de dezembro de 1856, ressalta o mesmo trabalho de Gärtner. Diz Darwin, sobre as questões práticas envolvidas na hibridização: “Sem uma única exceção, todos esses naturalistas (os hibridizadores) diversos dos quais devotaram suas vidas ao assunto, insistem da maneira mais enfática, na necessidade absoluta de isolamento perfeito da flor castrada.” (Darwin [1856] *apud* Stauffer, 1975, p. 49). Neste ponto, ele inseriu uma nota, na qual se lê: “v. o trabalho de Gärtner, o mais admirável de todos os observadores do assunto, e sua grande ênfase no assunto em sua obra *Bastardzeugung*, s. 670. Experimentos feitos ao ar aberto, ele diz, devem ser obrigatoriamente rejeitados”. Darwin termina a nota – mais propriamente um lembrete – com outras referências bibliográficas, sendo o trecho aproveitado vinte anos depois no capítulo 10 de seu livro sobre fertilização (*ibid.*).

Darwin aponta como evidências da extraordinária susceptibilidade dos órgãos do sistema reprodutor a influências externas a impossibilidade de reprodução de espécies em cativeiro: “Porque muitos animais recolhidos ainda jovens, perfeitamente amansados, saudáveis e longevos, não procriam, é impossível explicar. Só se pode explicar a mudanças nas suas condições de existência.”. Em seguida ele cita relatórios de Jardins Zoológicos e associações de criadores de aves. Um exemplo citado é o do quati “do Paraguai”, que nunca foi criado em cativeiro, embora tenha sido mantido em casais. Mas, nas plantas aparece mais perfeitamente a argumentação da sensibilidade dos órgãos reprodutores às condições de existência. Darwin fala de suas próprias experiências e das daqueles que afirma ser o excesso de adubação nitrogenada a razão da esterilidade. A adubação exagerada levaria a grandes floradas sem frutos e sementes e, novamente, cita a autoridade no assunto de hibridização de vegetais: “Gärtner também faz menção ao excesso de flores de algumas espécies estéreis, e compara o fato ao excesso de flores em híbridos estéreis: em outros casos, muito adubo, especialmente se acompanhado de muito calor, [...], impede a floração.” Regar as plantas em períodos impróprios também conduziria à esterilidade (Darwin [1856] *apud* Stauffer, 1975, p. 83).

É de se notar, portanto, que Darwin, lia o mesmo autor que Mendel, ao mesmo tempo, eis que este deu início dos experimen-

tos com ervilhas no ano de 1857, o que faz supor que, no ano anterior, lia o autor mais importante no assunto. Enquanto ele foi levado a concluir que Gärtner via limites rígidos entre as espécies, Darwin procurava na mesma fonte indícios do contrário, ressaltando que os próprios hibridizadores conheciam a capacidade ilimitada de polinização das plantas.

Mais adiante no manuscrito, na seção especificamente sobre hibridismo, Darwin sintetizava o programa de pesquisas sobre os híbridos e, num claro posicionamento intelectual, antecipava sua opção teórica. A terceira, de cinco questões-chave, era assim definida:

As diversas leis que governam o grau e o tipo de infertilidade no primeiro cruzamento e nos descendentes híbridos, nos casos em que eles são acasalados entre si ou com um dos tipos parentais ou com uma espécie distinta, indicam que as espécies foram criadas com essa tendência à esterilidade de modo a mantê-las separadas; ou a esterilidade parece ser uma consequência acidental de outras diferenças em sua organização? Eu penso que os numerosos fatos, que serão apresentados, claramente apontam para essa segunda alternativa. (Darwin [1856] *apud* Stauffer, 1975, pp. 388-389)

Mais adiante no manuscrito, que foi utilizado em diversas publicações (há marcações indicando o fato em diversas passagens, inclusive páginas cortadas), aparecem as linhas gerais das leis de variação. Neste capítulo de seu manuscrito, Darwin reserva uma seção para tratar da “prepotência” e, pouco adiante, da telegonia, citando o caso relatado em 1821 por Lord Morton, da égua árabe que teve um descendente de um macho da zebra quaga anos depois de uma cópula. Este caso é mais importante do que seu aspecto bizarro e prosaico possam possivelmente indicar, pois comprovaria os efeitos a longo prazo de uma cópula nos animais, o que seria “universalmente admitido”. Em outras palavras, as dificuldades da hibridização com animais talvez fossem menores do que parecia à primeira vista, dado que os efeitos de uma cópula poderiam aparecer anos depois do cruzamento. O potrinho zebrado era, além do mais, perfeitamente fértil, o que indicava falta de barreira entre as espécies. Como anunciado, Darwin conclui suas 145 páginas manuscritas sobre hibridização dizendo que a literatura apontava claras evidências de que a esterilidade aparece

como um subproduto acidental da reprodução, muitas vezes em espécimes da própria espécie.

O bem conhecido incidente com o recebimento do trabalho de Alfred Russel Wallace em 1858 mudaria a cronologia da construção de seu grande livro, cuja redação é de fato interrompida. Assim, após breve intervalo, começa a ser preparado *Origem das espécies*, sem tempo suficiente para dar forma adequada às notas (como a reproduzida há pouco, só utilizada em 1876) e a todos os fatos arregimentados em favor das teses evolucionistas. Assim, é de se compreender como uma seção específica sobre sua teoria genética acessória não foi escrita àquela oportunidade. Mas ela estava presente no seu livro de 1868, que trazia finalmente seu *opus magnum*, como o definira Huxley.

Darwin adiantava, nesse livro, uma nova interpretação das monstrosidades no reino animal e do pelorismo no reino vegetal:

Nessa visão da natureza das flores pelóricas, e tendo em mente certas monstrosidades no reino animal, nós devemos necessariamente concluir que os progenitores da maioria das plantas e animais deixaram uma impressão, capaz de re-desenvolvimento, nos germes de seus descendentes, embora estes tenham sido, desde então, profundamente modificados. (Darwin [1868], 1885, vol. 2, p. 35)

Adiantando a terminologia que depois seria utilizada por August Weismann, em outro contexto, Darwin dizia que o germe fertilizado de animais superiores é submetido a uma ampla gama de influências desde a “célula germinal” até a idade avançada, e que é quase impossível que alguma mudança altere algum dos pais sem deixar alguma marca no germe. Ele seria coroado por caracteres invisíveis, oriundos dos dois sexos, do lado direito e esquerdo do corpo, e por uma longa linhagem ancestral, do lado materno e paterno, de centenas ou talvez até milhares de gerações. Essa multidão de caracteres estariam prontos a se desenvolver, mas poderiam ser facilmente perturbados por quaisquer circunstâncias (Darwin, [1868], 1885, vol. 2, p. 36). A descendência modificada das plantas enxertadas seria outro exemplo a ser explicado.

Mas havia uma forma de transmissão hereditária “esquisita”, reputada como reconhecidamente excepcional, que Darwin tinha obtido em sua própria chácara. Seus experimentos com bocas-de-

leão (*Anthirrinus majus*) tinham comprovado o que já tinha sido encontrado por outros, inclusive por Charles Naudin com outro gênero (*Linaria*), citando em nota de rodapé o trabalho de Naudin com a referência “*Nouvelles Archives du Museum*, tome 1, p. 137” (Darwin [1868], 1885, vol. 2, p. 46).

Os resultados que tinham chamado a atenção de Darwin, por sua “esquisitice”, se alinhavam com os de Mendel: na primeira geração do cruzamento entre bocas-de-leão comuns e pelóricas, 100% dos híbridos eram perfeitamente iguais à forma comum. Este resultado tinha sido encontrado por outros pesquisadores, inclusive em outras espécies. Deixados se autofecundar, foi possível recuperar 127 plantas, das quais 88 eram perfeitamente normais. O pelorismo aparecera na segunda geração, em nada menos do que 37 plantas, sendo duas plantas algo intermediárias. (Darwin [1868], 1885, vol. 2, p. 46). Em outras palavras, a forma de transmissão “esquisita” era aquela que obedecia a “lei válida para *Pisum*”, mas que Mendel chamara de “mera hipótese”.

A forma de transmissão de características hereditárias nas quais a primeira geração não apresenta formas intermediárias e a segunda geração apresenta cerca de 25% de descendentes parecidos com uma das forma parentais era uma exceção à regra comum. Esta, por sua vez, aparecia claramente afirmada no capítulo XXVII do livro de Darwin de 1868:

Finalmente, vemos que sob hipótese da pangênese a variabilidade depende de dois grupos distintos de causas. Primeiramente, a deficiência, superabundância ou transposição de gêmulas, e o re-desenvolvimento daquelas que ficaram dormentes por longos períodos; as próprias gêmulas podem não ter tido nenhuma modificação mas essas alterações dão conta de explicar muito da flutuação da variabilidade. De maneira secundária, a ação direta das condições modificadas na organização, e no aumento do uso ou no desuso das partes; neste caso, as gêmulas sofrerão modificação se as partes se modificarem, e se suficientemente multiplicadas, suplantarão as antigas gêmulas e darão origem a novas estruturas. (Darwin [1868], 1885, vol. 2, p. 390)

Esses dois grupos distintos de causas explicariam muito do que se conhecia de herança. Em essência, a herança dependia de uma modificação das partículas que determinavam a parte, quer em quantidade, quer em qualidade. Poucas gêmulas, como ocorreria

com as amputações nos animais ou os enxertos nas plantas, ou muitas gêmulas, como ocorria com a super-alimentação ou excesso de adubo nas plantas, determinariam modificações na reprodução do organismo. Mas, em termos qualitativos, se o organismo fosse modificado por alguma circunstância do meio, como uso aumentado das partes ou, por outro lado, seu desuso, isso traria repercussão imediata para as partículas hereditárias. Modificadas, elas poderiam se multiplicar e poderiam suplantar as partículas antigas, produzidas anteriormente à modificação.

As modificações das partículas estariam sujeitas periodicamente a um tipo de revigoramento, que Darwin associava ao conhecido fenômeno da reversão. Esta seria a norma geral a explicar o padrão “esquisito” de reaparecimento, em uma parte dos descendentes dos híbridos, de uma das formas parentais.

Essa “hipótese provisória” foi alvo de repetidas saudações e testes. Alfred Russel Wallace deu as boas vindas ao artefato teórico do companheiro, que não recebeu a mesma recepção calorosa de Huxley. No entanto, nos diz o saudoso Newton Freire-Maia (1995, p. 32), ainda em 1903, o grande livro do famoso neolamarquista francês Yves Delage (1854-1920), sobre hereditariedade, não cita Mendel nem mesmo uma única vez, mas faz rasgados elogios à pangênese de Darwin.

E o que teria dito Mendel da teoria de pangênese de Darwin? Mesmo se em fevereiro de 1865 ela não tivesse sido escrita de maneira formal, ela já tinha sido antecipada no *Origem das espécies*, pelo menos de maneira funcional. Mendel, que possuía a versão alemã desse livro, escreveu um parágrafo em seu trabalho publicado em 1866 que merece atenção. Disse ele:

Se a mudança das condições fosse a única causa da variabilidade, dever-se-ia esperar que as plantas cultivadas, mantidas durante séculos sob quase idênticas condições, tivessem novamente atingido a constância. Como se sabe, isto não ocorre, uma vez que precisamente entre elas é que se encontram não só as formas mais variadas, como também as mais variáveis. (Mendel [1866] *apud* Freire-Maia, 1995, p. 87)

Embora o primeiro grupo de causas da variabilidade de Darwin houvesse sido formalmente exposto apenas em 1868, o segundo era mais conhecido, podendo ser claramente divisado em

seu *Origem das espécies*. Portanto, deve-se admitir a possibilidade de Mendel estar embutindo uma crítica a Darwin nesse trecho, mas, de qualquer forma, seja como for, não resta dúvida que ambos operavam em sistemas muito distintos. As partículas hereditárias de Mendel eram essencialmente distintas das de Darwin. Mayr (1982) chamou de “herança dura” o modelo de Mendel e, por oposição, de “herança mole” o modelo de Darwin. As gêmeulas eram partículas que se modificavam plasticamente, voltando eventualmente à forma original, ao sabor de circunstâncias.

Não espanta, portanto, que ainda em 1903 a teoria hereditária de Darwin fosse saudada em compêndios de hereditariedade por cientistas evolucionistas. Herança e evolução estavam intrinsecamente unidas e as idéias de Mendel teriam que vencer muitos obstáculos para mostrar sua compatibilidade com uma visão evolutiva do mundo biológico nas primeiras décadas do século XX.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISHOP, B. E. Mendel's opposition to evolution and to Darwin. *Journal of Heredity* **87**: 205-213, 1996.
- BIZZO, Nelio; EL-HANI, Charbel Niño. Darwin and Mendel, genetics and evolution: revisiting historical assumptions and consequences for curriculum development. Artigo submetido ao *Journal of Biological Education* (agosto 2008).
- CALLENDER, L. A. Gregor Mendel: an opponent of descent with modification. *History of Science* **26**: 41-75, 1988.
- DARWIN, Charles. *Variations of animals and plants under domestication* [1868]. 2nd. edition. London: J. Murray 1885.
- FREIRE-MAIA, Newton. *Gregor Mendel: vida e obra*. São Paulo: T. A. Queirós/EDUSP, 1995.
- GASKING, Elizabeth B. Why was Mendel's work ignored? *Journal of the History of Ideas* **20**: 60-84, 1959.
- HARVEY, J. Fertility or sterility? Darwin, Naudin and the problem of experimental hybridity. *Endeavour* **27** (2): 57-62, 2003.
- MAYR, Ernst. Joseph Gottlieb Kölreuter's contributions to biology. *Osiris* **2** (2): 135-176, 1986.
- . *The growth of biological thought*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

- MÜLLER-WILLE, Staffan; OREL V. From Linnaean species to Mendelian factors: elements of hybridism, 1751-1870. *Annals of Science* **64** (2):171-215, 2007.
- OLBY, Robert C. Mendel, no Mendelian? *History of Science* **17**: 53-72, 1979.
- SCLATER, Andrew. The extent of Charles Darwin's knowledge of Mendel. *Journal of Biosciences* **31**: 191-193, 2006.
- STAUFFER, Robert C. *Charles Darwin's natural selection*. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.

A psicopatologia entre a alma e os nervos: a *Medicina theologica* (1784) de Francisco de Melo Franco

Paulo José Carvalho da Silva *

Resumo: No *Medicina theologica*, de 1784, o médico mineiro Francisco de Melo Franco defendeu que é necessário conhecer a natureza dos nervos, sua estrutura e disposição para poder tratar os vícios humanos. Propomos analisar sua psicopatologia, suas principais influências e suas contradições. Franco realizou uma significativa inversão da tradição da medicina da alma seguindo a tendência francesa setecentista ao mesmo tempo em que conservou traços da noção psicossomática dos antigos. Concluímos que seu organicismo representou uma nova perspectiva de pesquisa sobre o humano, mas nem por isso foi menos moralista do que a abordagem propriamente teológica das paixões da alma.

Palavras-chave: história da psicologia; história da fisiologia; psicopatologia; Francisco de Melo Franco.

The psychopathology between soul and nerves: Francisco de Melo Franco's *Medicina theologica* (1784)

Abstract: In *Medicina theologica*, published in 1784, the Brazilian physician Francisco de Melo Franco claimed it is necessary to know the nature of the nerves, their structure and disposition as a condition to heal human vices. This paper aims to analyze his psychopathology, his main influences and his contradictions. Although Franco operated a significant inversion of the medicine of the soul's tradition, following the French Enlightenment trend, he emphasized part of the ancient psychosomatic concept. We conclude that his materialistic psychology represented a new perspective regarding research on humans. However, it was not less moralistic than the theological approach to the passions of the soul that he intended to replace.

Keywords: history of psychology; history of physiology; psychopathology; Francisco de Melo Franco.

* Programa de Estudos Pós-graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Rua Cajalba, 15 ap. 304. Sumaré, São Paulo, SP, CEP 05025-000. E-mail: paulojcs@hotmail.com.

Uma das fontes mais importantes para se compreender as relações entre idéias psicológicas e biológicas no contexto luso-brasileiro do século XVIII é o livro *Medicina theologica*, publicado em 1784 pelo médico mineiro Francisco de Melo Franco (1757-1823). Este artigo pretende examinar as principais características inovadoras e conservadoras da proposta de compreensão e tratamento de psicopatologias defendida por Franco e, com isso, refletir sobre seu lugar na história das ciências no Brasil colonial.

Francisco de Melo Franco nasceu em Paracatu, Minas Gerais, em 1757. Iniciou seus estudos no Seminário de São Joaquim do Rio de Janeiro. Formou-se em medicina pela Universidade de Coimbra em 1785. Ainda no tempo de estudante, foi acusado de irreligiosidade e chegou a ser preso nos cárceres da Inquisição. No entanto, alcançou sucesso como clínico em Lisboa, tendo mesmo assumido o cargo de médico do Paço. A convite real, retornou ao Brasil em 1817, onde foi marginalizado por causa de suas idéias liberais, o que marcou o resto de sua vida neste país.

O objetivo do *Medicina theologica* é fornecer um repertório de conhecimentos sobre as causas físicas das paixões humanas a fim de instrumentar a intervenção dos chamados médicos de almas, ou seja, os confessores.

Para Franco, os remédios exclusivamente morais seriam inúteis porque seria ineficiente agir apenas na alma. Orações, jejuns e disciplinas de nada valem. Ao invés de considerar o corpo um mero escravo rebelde da alma, o confessor deve aprender as leis que regem seu funcionamento. Não basta ser apenas médico de almas, ele deve necessariamente remediar o corpo.

Na realidade, o discurso teológico vigente, sobretudo aquele derivado do tomismo, admitia uma estreita união entre corpo e alma e, inclusive, analisava os efeitos da comunicação, simpatia ou contágio entre os acidentes das duas partes formativas do ser humano.

O médico defendeu uma inversão na interpretação das causas e efeitos, elegendo o campo do somático como a principal causa das paixões. Por essa razão, a salvação da alma passaria a depender da saúde do corpo. E, por conseguinte, o confessor deveria também administrar remédios físicos, sem os quais não haveria mudança real de hábitos e, muito menos, perfeita cura espiritual:

Daqui se vê que eu considero aos confessores como médicos que curam não só o formal dos pecados como uma transgressão da lei, mas também das causas físicas de que eles dimanam; que não somente absolvem os penitentes depois de se capacitarem de sua dor e propósito, mas também que lhes prescrevem medicamentos físicos que os ajudam a perseverar na emenda prometida, a vencer os maus hábitos e ainda a mudá-los, ou facilitar a se adquirirem outros tantos em lugar dos perversos que tinham (Franco, [1784], 1994, p. 16).

Franco argumentou que combinar a teologia com a medicina produziria mais frutos na própria Igreja do que os teólogos, que ele considerava sobremaneira ascéticos e abstratos, ocupados unicamente com as idéias platônicas e aristotélicas. O que se lê, porém, ao longo de seu livro não é uma conciliação das duas disciplinas e dos dois campos de ação, mas uma tentativa de subordinar a teologia moral à medicina.

Assim, conforme Franco, todo confessor deve conhecer a natureza dos nervos, sua estrutura, disposição e seus usos para poder compreender os vícios humanos. Em resumo, os acidentes da alma dependem do que se passa com os nervos: “Mas porque o homem é formado de nervos, que são outros tantos vasos delicados, cheios de um suco sutil está sua alma ligada – segue-se que toda a mudança que se ocasionar em alguma destas substâncias produzirá ao mesmo tempo em todas elas sua mudança respectiva” (Franco, [1784], 1994, p. 35).

Todavia, a descrição do médico mineiro sobre a dinâmica formal das paixões não difere muito das concepções filosóficas anteriores ao organicismo, inclusive, da doutrina tomista, embora a teoria de São Tomás de Aquino (1224/5-1274) sobre as paixões da alma seja muito mais complexa e detalhada. Conforme Franco, as mudanças da alma se dão em conseqüência do “agrado” ou do “enfado” que ela recebe ao ser afetada de um ou outro modo. Se tal mudança lhe foi agradável, concebe amor, deseja esse objeto, empenha-se em possuí-lo. Já se lhe foi desagradável, inflama-se de cólera, aborrece-se com esse objeto e empenha-se em se apartar do mesmo. Também como na doutrina tomista, para o médico mineiro, o maior problema reside na violência da paixão, em sua imoderação e, sobretudo, quando essa se torna uma disposição permanente ou hábito arraigado.

Tomás de Aquino, porém, referia-se a alterações somáticas simultâneas, como dilatação do coração na alegria e contração na tristeza. Franco, por sua vez, escreveu que um grande amor, uma grande saudade, uma grande cólera, uma grande bebedeira ocasionam “sintomas nervosos”.

Em geral, os médicos dos séculos XVI e XVII não explicavam a natureza da relação entre acidentes da alma e do corpo, mas insistiam nos casos clínicos e nos exemplos da literatura e da história que evidenciam, pelo menos, uma ação recíproca entre tormentos da alma e adoecimento corporal. A posição de Franco, bem como de outros médicos do século XVIII, parece se firmar em um momento em que essa teoria perdia espaço para outra essencialmente organicista. Essa substituição não se deu, porém, imediatamente de modo completo e absoluto. Houve, em alguns casos, como o do próprio Franco, certa permanência de traços da antiga noção psicossomática dos antigos¹.

Vários pesquisadores têm apontado contradições nos discursos modernos sobre as relações entre a alma e o corpo². De qualquer forma, é fato que importantes pensadores do século XVII propuseram novos modelos físicos e químicos para os nervos e, sobretudo, uma ampliação de suas funções de modo a abarcar fenôme-

¹ Hannes Stubbe identificou no *Medicina Teológica* uma contradição entre uma concepção materialista, inspirada no dualismo cartesiano, e uma teoria da ação recíproca entre alma e corpo. Sua hipótese é que se trata, em verdade, de uma medida preventiva a fim de evitar problemas maiores com a censura da Inquisição, o que Franco já havia experimentado na época de estudante em Coimbra. Proposital ou não, tal contradição ou concessão não evitou que o polêmico livro fosse confiscado pelas autoridades da Igreja (Stubbe 1987, p. 91).

² Pesquisas atuais têm até mesmo afirmado que a tentativa empreendida por Descartes de analisar as paixões da alma a partir de um novo entendimento da ciência e do homem deve muito às sínteses de sua época sobre o assunto, inclusive, dos tratados dos aristotélico-tomistas sobre os afetos. Carole Talon-Hugon defendeu que o *Les passions de l'âme* (1649) apresenta dois discursos. Um primeiro discurso, inovador, que visa substituir a teoria tomista das paixões enquanto movimentos da alma sensitiva, na medida em que propõe que as paixões são fenômenos fisiológicos com efeitos psicológicos. E, a partir do artigo LI, um segundo discurso, mais moderado, que pensa as paixões sob um ângulo moral, muito menos dualista e que atribui à alma uma função muito menos passiva do que no projeto inicial do livro (Talon-Hugon, 2002).

nos antes atribuídos às faculdades da alma. No entanto, Sidney Ochs advertiu que há poucas evidências de que os nervos referidos tivessem sido efetivamente observados e, a bem da verdade, eram um constructo teórico concebido para dar conta de propriedades específicas dos tecidos, muito antes de haver uma real compreensão de sua natureza celular e de seus mecanismos exatos (Ochs, 2004, p. 94).

Dentre outros exemplos da medicina francesa setecentista, uma grande influência no pensamento de Franco foi, sem sombra de dúvidas, a obra do professor da Faculdade de Medicina de Paris Antoine Le Camus (1722-1772) intitulada *La médecine de l'esprit* (1753, reeditada em 1769), citada logo na introdução do *Medicina theologica*³.

Le Camus operou, antes de Franco, uma reviravolta na idéia de medicina da alma. O campo da medicina da alma fora constituído, primeiramente, no domínio da filosofia, em analogia à medicina do corpo. O médico setecentista pretendeu, porém, estabelecer as bases de uma medicina da alma propriamente médica. O que ele propôs diferencia-se do que os filósofos antigos ofereciam enquanto terapia da alma. Não é uma cura pela palavra, mas uma medicina propriamente dita: “Nós não pretendemos, por meio da moral e da consolação puramente espiritual, aliviar as almas abatidas pelo pesar, pela tristeza e as inquietudes; nós queremos, operando diretamente sob o corpo, tornar mais livres e perfeitas as funções do espírito” (Le Camus, 1769, p. 5).

Em síntese, o mecanismo das paixões, que os filósofos antigos atribuíam à alma, dá-se pelas impressões externas, violentas ou brandas, sobre as chamadas “fibras animais” que compõem o corpo. A sensibilidade reside justamente nos nervos, sucos naturais e músculos da máquina orgânica corporal como um todo, que reage aos estímulos de modo direto e, inclusive, independente do

³ Marina Massimi afirmou que Franco realizou uma “inversão radical e consciente da tradição cultural anterior” e que a maior influência de sua psicologia médica é o sensualismo francês. Massimi ressaltou ainda que a obra de Franco suscitou reações nada favoráveis no âmbito católico, mas representou uma nova fase na história das idéias psicológicas na cultura luso-brasileira, que seria consolidada ao longo do século XIX (Massimi, 2004, pp. 59-60).

cérebro. Conforme Le Camus, a fisiologia permite essa nova compreensão da sensibilidade e, por conseguinte, da experiência dos afetos.

Outra influência explícita na proposta de Franco são os trabalhos do médico suíço Albrecht von Haller (1708-1777), que se dedicou intensamente à experimentação sobre as diferenças entre as fibras no que tange à capacidade de transmitir à alma as impressões sofridas. Nem todos os médicos do período concordavam com a fidedignidade dos procedimentos experimentais de Haller e, por conseguinte, com seus resultados, mas é inegável que ele tenha contribuído para que as fibras nervosas se tornassem um objeto privilegiado de estudo, principalmente, no que diz respeito à sensibilidade. Marisa Russo Lecointre ressalta a importância dos trabalhos de Haller para o desenvolvimento de teorias que reduziam as faculdades mentais e as emoções à matéria física (Lecointre, 2007, p. 340).

Haller defendeu que a própria formação de idéias depende das alterações materiais do sistema nervoso: “Mas está estabelecido, enquanto lei perpétua, pelo criador, que certas modificações, feitas primeiro nos nervos e depois no comum sensorio devem produzir certos novos correspondentes pensamentos na mente, os quais têm uma indissociável conexão recíproca” (Haller, 1754, vol. II, p. 92). Inclusive a capacidade de julgar corretamente é tributária das condições cerebrais: “A integridade ou sensatez do julgamento depende de uma perfeita e saudável constituição do cérebro” (*ibid.*, p. 98).

A medicina teológica de Franco pode ser pensada como um projeto de naturalizar a medicina da alma, cujos resultados permaneceram numa espécie de meio caminho. Eles não deixam de indicar, entretanto, qual a direção almejada.

Embora centrada no exame do corpo, essa nova maneira de entender e praticar o tratamento de psicopatologias conservou um forte conteúdo moral. O que se pode evidenciar nas considerações de Franco sobre a enfermidade do amor.

Considerar o amor uma enfermidade já não era uma novidade. Desde a Antiguidade, as conseqüências patológicas da paixão amorosa foram debatidas no âmbito médico, filosófico e poético. Tratava-se, porém, do amor excessivo e, sobretudo, aquele que não pode encontrar expressão, correspondência ou satisfação.

Por sua vez, Franco afirma, categoricamente, que todo amor é sempre doença e a infinidade de males causados por ele consiste no prejuízo das fibras nervosas. O amor ora contrai ora relaxa as fibras nervosas produzindo mudanças corporais diversas:

Produz o amor a loucura porque, originando-se esta da decomposição das fibras nervosas, que entram na textura do cérebro – e esta decomposição, provindo da nímia atenção que se dá a qualquer coisa, vem a ser certo que o amor causa esta loucura; porque ele é o que fixa o pensamento sobre o objeto amado, descompõe a fábrica interior do cérebro, levanta o tumulto nos fluidos nervosos e desordena a conexão das idéias sobre que se ocupa (Franco, [1784], 1994, p. 41).

Os sintomas de todas as enfermidades do amor expressam-se pelos olhos. Eles são fundos, tristes, abatidos ou excessivamente vivos, acesos e inquietos, sobretudo, quando há a suspeita da privação do objeto amado. Alegam-se quando ouvem falar do objeto amado e quando o vêem, ficam confusos e o pulso altera-se, tornando-se fraco e desigual. Algumas pessoas sofrem alterações no sono, recusam-se a se exercitar, e só aceitam os divertimentos que envolvem o objeto amado.

Franco relatou o exemplo de um homem apaixonado pelas ciências. Esse não abandonava os livros hora alguma, nem durante a noite. Dormia ou saía para passear com os livros. Quando alguém lhe dava um livro novo, ele não cessava enquanto não o lesse todo. Seu corpo tremia durante a leitura e ele confessava uma fraqueza generalizada ao término da mesma.

No momento da leitura, não sentia dor alguma, contanto que o deixassem desfrutar do objeto amado. Comia pouco, passava as noites em meditação. Oscilava entre a clausura dos estudos e o desejo de tudo ver, freqüentava todas as academias, faculdades e sábios. Evidentemente que tanta paixão somente poderia destruir a saúde.

Em geral, o remédio prescrito por Franco consiste, em primeiro lugar, na mudança do objeto, obrigando-os a fixar sua atenção nesses outros objetos alternativos, para ocupá-los e impedir que fossem “arrastados pelo objeto amado” (Franco, [1784], 1994, p. 44). O que não diferia muito, na realidade, dos remédios propos-

tos por padres⁴. O sábio que só pensa em seus livros deve ir trabalhar na lavoura. Um amante de muitas mulheres deve se casar, etc.

Além de mudanças nos hábitos, uma prescrição tradicional da medicina da alma, os remédios para os males do amor deveriam agir diretamente nos nervos. Sobre o furor uterino, por exemplo, ele defende que é simplesmente uma inflamação e é como tal que deve ser tratada:

Do que fica dito se conhece que esta enfermidade deve ser tratada como uma inflamação; e na verdade, os anatomistas em todas aquelas mulheres que têm morrido neste estado acharam inflamadas não só aquelas partes, que no corpo estão situadas no exterior, mas também no interno, que entram em sua composição ou têm alguma dependência (Franco, [1784], 1994, p. 67).

Embora prescreva medicamentos propriamente físicos para curar a enfermidade amorosa, não deixa de considerar que as pessoas mais suscetíveis a esse mal são os jovens cuja educação foi permissiva e o acesso aos prazeres do corpo muito facilitado. Quando essas pessoas se vêem privadas do objeto de seu amor experimentam inúteis desejos, desesperam-se, enchem-se de tristeza e melancolia ou adoecem e enlouquecem.

Além disso, os tais remédios físicos, sobre os quais Franco descreve minuciosamente as receitas de preparo, caracterizam-se essencialmente pelo seu amargor e efeito nauseante. Em outras palavras, eles seriam uma penitência moral materializada em preparado químico.

Isto fica evidente especialmente para as manifestações da sexualidade observadas em várias psicopatologias do amor, como a ninfomania. Conforme Franco, além de persuadir as ninfomaníacas de que elas sofrem de uma enfermidade rebelde e perigosa, física e moralmente, o confessor deve encaminhá-las aos médicos

⁴ Padre Antônio Vieira (1608-1696) também recomendava a mudança ou melhoria de objeto para sanar as enfermidades do amor humano, em especial, voltar a força da paixão para Deus. Ver Raquel de Assis (2001) e Paulo José Carvalho da Silva (2008). Aliás, tanto Vieira como Franco parecem fazer uma interpretação dos remédios do amor propostos pelo poeta latino Ovídio (43 a.C.-17 d.C.) em seu *Os remédios do amor*.

para que esses possam curar a inflamação. Os médicos atuam com sangrias, purgantes anti-sépticos e antiflogísticos, comidas e bebidas refrigerantes (como alface, chicória e limonadas, entre outros), banhos e preparados químicos⁵.

Eram indicados remédios refrigerantes, reparadores das forças e amargos. Os refrigerantes atuam no excesso de calor sexual. Os reparadores restabelecem os líquidos e forças perdidas. Os amargos contribuem para o amortecimento dos sentidos. Esses últimos seriam uma mistura de penitência, disciplina do corpo e desestimulantes. Além de vegetais amargos, eles incluem exercícios penosos, como rachar lenha, cavar com enxada, viajar a pé, dormir em tábua dura, banhos frios, orar de joelhos e até mesmo, ironia ou não, ler livros santos. Franco julgava esses exercícios amargos muito mais convenientes do que as disciplinas e os rosários tradicionalmente usados pelos confesores para castigar os pecadores.

O médico prescreveu diferentes receitas de remédios físicos ditos anti-afrodisíacos, cujo principal efeito seria um “refrigério saudável”, capazes de aquietar o espírito ou moderar as paixões, ou seja, em suas palavras: “o que se deseja em todos os sistemas morais e filosóficos, mesmo naqueles que querem que as paixões se extingam e não se mortifiquem somente” (Franco, [1784], 1994, p. 85).

Pode-se concluir que o organicismo que fundamenta a *Medicina theologica* de Francisco de Melo Franco representou uma nova perspectiva de pesquisa sobre o humano, mas nem por isso o tratamento nele proposto foi menos moralista do que a abordagem propriamente teológica das paixões da alma.

⁵ Franco, aliás, avisou que alguns preparados, sobretudo os que levam vitriolo, podem refrigerar tanto que induzem a esterilidade. O que pode não ser desejável no caso das mulheres casadas, embora fosse considerado adequado às religiosas. Essas últimas, quando frias, viveriam com mais paz de espírito e cumpririam seus votos e exercícios espirituais com mais perfeição. Isso indica, mais uma vez, como o médico mineiro supunha o quanto as condições somáticas determinam o exercício das potências morais.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa contou com apoio da Fapesp.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, Raquel. A fineza do amor nos sermões do mandato do Padre Antônio Vieira. Pp. 65-77, *in*: MASSIMI, Marina; SILVA, Paulo José Carvalho (orgs.). *Os olhos vêem pelo coração. Conhecimentos psicológicos das paixões na cultura luso-brasileira dos séculos XVI e XVII*. Ribeirão Preto: Holos/Fapesp, 2001.
- DESCARTES, René. *Les passions de l'âme*. Paris: Vrin, 1999.
- FRANCO, Francisco de Melo. *Medicina theologica* [1784]. São Paulo: Editora Giordano, 1994.
- HALLER, Albert von. *Dr Albert Haller's physiology: being a course of lectures upon the visceral anatomy and vital oeconomy of human bodies : including the latest and most considerable discoveries and improvements, which have been made by the most eminent professors, through all parts of Europe, down to the present year*. London: W. Innys and J. Richardson, 1754. 2 vols.
- LE CAMUS, Antoine. *La médecine de l'esprit*. Paris: Ganeau, 1769.
- LECOINTRE, Marisa Russo. Emoção e cognição: uma abordagem científica das emoções. *Filosofia e História da Biologia* 2: 337-349, 2007.
- MASSIMI, Marina. As idéias psicológicas no Brasil nos séculos XVII e XVIII. Pp. 49-69, *in*: MASSIMI, Marina; GUEDES, Maria do Carmo (orgs.). *História da Psicologia no Brasil: novos estudos*. São Paulo: Educ/Cortez, 2004.
- OCHS, Sidney. *A history of nerve functions: from animal spirits to molecular mechanisms*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- OVÍDIO. *L'Art d'aimer. Les Remèdes à l'amour. Les produits de beauté pour le visage de la femme*. Trad. francesa de H. Bornecque. Paris: Gallimard, 2007.
- SILVA, Paulo José Carvalho. A dor de amor na medicina da alma da primeira modernidade. *Revista Latinoamericana de Psicopatologia Fundamental* 11 (3): 475-487, 2008.
- STUBBE, Hannes. *Geschichte der Psychologie in Brasilien. Von den indianischen und afrobrasilianischen Kulturen bis in die Gegenwart*. Berlin: Dietrich Reimer Verlag, 1987.

- TALON-HUGON, Carole. *Les passions rêvées par la raison. Essai sur la théorie des passions de Descartes et de quelques-uns de ses contemporains*. Paris: Vrin, 2002.
- TOMÁS DE AQUINO. *Suma teológica*. Vol. 12. Edição latina-portuguesa de A. Correia. São Paulo: Siqueira, 1954.

Os experimentos de Brown-Séquard e a herança de caracteres adquiridos por acidente, na segunda metade do século XIX

Roberto de Andrade Martins *

Resumo: Na segunda metade do século XIX, as principais evidências experimentais favoráveis à hereditariedade de caracteres adquiridos acidentalmente eram os experimentos realizados pelo fisiólogo britânico Charles-Édouard Brown-Séquard (1817-1894) que observou o aparecimento de epilepsia e outros sintomas físicos nos descendentes de porquinhos da Índia que haviam sido submetidos a uma cirurgia da medula. Esses experimentos foram utilizados por Charles Darwin e outros evolucionistas como forte apoio à idéia de herança de caracteres adquiridos. Este artigo apresenta e analisa o trabalho de Brown-Séquard, bem como a sua repercussão no final do século XIX, abordando especialmente os aspectos conceituais (científicos) do tema. Analisa também a reprodução desses experimentos por George John Romanes (1848-1894) na década de 1890. A conclusão principal do trabalho é que os experimentos eram bem feitos e que as conclusões de Brown-Séquard pareciam bem fundamentadas.

Palavras-chave: Brown-Séquard, Charles Édouard; Darwin, Charles Robert; Romanes, George John; hereditariedade de caracteres adquiridos; história da biologia; história da genética; história da evolução

Brown-Séquard's experiments and the inheritance of characters acquired by accident, in the second half of the 19th century

Abstract: In the second half of the 19th century the main experimental evidences favorable to the inheritance of accidentally acquired characters were the experiments made by the British physiologist Charles-Édouard Brown-Séquard (1817-1894). He observed the occurrence of epilepsy and other physical symptoms in the progeny of Guinea pigs that had been submitted to chirurgical intervention in the spinal cord. Charles Darwin and other evolutionists cited those experiments as providing a strong support for the inheritance of acquired charac-

* Grupo de História e Teoria da Ciência (GHTC); Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Caixa Postal 6059, 13083-970 Campinas, SP, Brasil. E-mail: Rmartins@ifw.unicamp.br

ters. This paper presents and analyses Brown-Séquard's work and their influence in the late 19th century, addressing the conceptual (scientific) features of the subject. It also analyses the reproduction of those experiments by George John Romanes (1848-1894) in the decade of 1890. The main conclusion of this work is that the experiments were carefully done, and that Brown-Séquard's conclusions seemed well grounded.

Keywords: Brown-Séquard, Charles Édouard; Darwin, Charles Robert; Romanes, George John; inheritance of acquired characters; history of biology; history of genetics; history of evolution

1 INTRODUÇÃO

Costuma-se atribuir a Jean-Baptiste Lamarck a idéia de herança de caracteres adquiridos. Em geral não se menciona que Charles Darwin também defendia essa idéia e aceitava, inclusive, a herança de mutilações e de outros caracteres adquiridos acidentalmente (que Lamarck não aceitava).

Darwin mencionou suas crenças sobre o assunto de forma rápida nas suas obras mais conhecidas (*Origin of species* e *Descent of man*), apresentando no entanto um grande número de evidências favoráveis a essas idéias no livro *The variation of animals and plants under domestication* (primeira edição em 1868)¹. Para o naturalista inglês, uma das mais fortes confirmações da existência de herança de caracteres adquiridos acidentalmente era o estudo do fisiólogo Charles-Édouard Brown-Séquard, que observou o aparecimento de epilepsia e outros sintomas nos descendentes de porquinhos da Índia que haviam sido submetidos a uma cirurgia do sistema nervoso.

Os estudos que levaram Brown-Séquard à observação de transmissão hereditária de efeitos adquiridos nada tinham a ver com hereditariedade, inicialmente. Ele havia se dedicado, desde a época de seus estudos na Faculdade de Medicina, à investigação do sistema nervoso e, mais especialmente, do caminho seguido pelas sensações na medula vertebral (Laporte, 2006, p. 367). Nesses estudos ele realizava cortes parciais da medula de porquinhos-da-Índia, em várias alturas, para investigar os efeitos na sensibilidade e motricidade das várias partes do corpo. Durante esses es-

¹ Com relação às idéias de Darwin sobre hereditariedade, ver Castañeda, 1992.

tudos, ele verificou que, algumas semanas depois da operação, os animais costumavam apresentar movimentos convulsivos nas partes do seu corpo que não haviam se tornado paralisadas. Associou esse fenômeno à epilepsia, e estabeleceu um paralelo entre as reações dos animais e a doença dos seres humanos.

Durante essa nova fase de estudos, Brown-Séguard também observou que os descendentes de animais operados às vezes também manifestavam os mesmos sintomas semelhantes à epilepsia. Estudando essas ocorrências, concluiu que vários efeitos produzidos nos porquinhos-da-Índia operados eram transmitidos aos seus descendentes, havendo portanto herança de caracteres adquiridos acidentalmente.

Este artigo apresentará as pesquisas de Brown-Séguard relacionadas com a herança de caracteres adquiridos por acidente, bem como a sua repercussão no final do século XIX, discutindo especialmente os aspectos conceituais (científicos) do tema. Abordará principalmente a questão de saber se os experimentos de Brown-Séguard e suas conclusões tinham problemas graves ou não, analisando também sua repetição por outros pesquisadores do período – especialmente por George John Romanes.

2 BROWN-SÉQUARD

Charles-Édouard Brown-Séguard (1817-1894) foi um importante fisiólogo, que trabalhou durante sua vida em diversos países (França, Estados Unidos, Inglaterra). Esta seção apresenta alguns dados biográficos².

Charles-Édouard Brown (seu nome original) nasceu no dia 8 de abril de 1817 em Port-Louis, nas Ilhas Maurício. As Ilhas Maurício, que ficam no Oceano Índico, a leste de Madagascar, haviam sido colonizadas pelos holandeses no final do século XVI, tendo sido tomada pelos franceses em 1715. Quase cem anos depois, os ingleses invadiram a ilha, temendo que ela pudesse ser utilizada

² As principais fontes biográficas sobre Brown-Séguard são as biografias escritas logo após sua morte por pessoas que o conheceram pessoalmente, como Berthelot (1898) e Dupuy (1894). Para a parte biográfica, foram também utilizadas as obras de Olmsted (1946) e Aminoff (1993).

pelos franceses para atacar a Índia (Aminoff, 1993, p. 8). No entanto, apesar de se tornar domínio inglês em 1814, os moradores puderam manter o idioma francês, seus costumes, leis e a religião católica.

Seu pai, Edward Brown, norte-americano de ascendência irlandesa, era um capitão da marinha mercante. Antes do nascimento do menino, seu pai desapareceu no mar, quando retornava da Índia, onde fora buscar um carregamento de arroz. Charles-Édouard foi criado pela mãe, Charlotte Perrine Henriette Séquard, cujos pais eram franceses. Por nascimento Charles-Édouard era britânico, mas aprendeu a falar apenas francês, quando criança.

Sua mãe, que não se casou novamente, sustentou o filho custurando. Aos 15 anos, o rapaz começou a trabalhar como vendedor em um armazém. Aos 20 anos de idade, convenceu sua mãe a irem para a França. Depois de uma viagem que durou 11 meses, chegaram a Paris em abril de 1828. Na época, Charles-Édouard pretendia ganhar a vida como escritor. Conseguiu uma entrevista com Charles Nodier³, a quem mostrou seus escritos. Foi dissuadido de prosseguir e aconselhado a adquirir uma profissão. Logo decidiu estudar medicina, mas como não havia completado seus estudos básicos em Port Louis, precisou primeiramente completar os *baccalauréats* em ciências e em artes. Sua mãe montou uma pensão, e a principal renda da família era o aluguel pago por estudantes que moravam com eles. Além disso, logo que foi admitido na Faculdade de Medicina, Charles-Édouard começou a dar aulas particulares.

No segundo ano de seus estudos médicos, o jovem começou a freqüentar o laboratório particular do médico Martin Magron (1810-1872). Foi lá que começou a se interessar pela pesquisa experimental e realizou seus primeiros estudos sobre fisiologia.

³ Jean-Charles-Emmanuel Nodier (1780-1844) foi um escritor francês pertencente ao movimento Romântico. É mais conhecido por seus contos fantásticos, com personagens sobrenaturais como vampiros. Foi extremamente influente na França, tendo estimulado e protegido vários jovens escritores, como Victor Hugo, Alfred de Musset, Alexandre Dumas. Tornou-se membro da Academia Francesa em 1833.

Em 1842 o jovem estudante conseguiu entrar como assistente externo em um hospital de Paris, mas logo depois se feriu durante uma dissecação e ficou doente durante meses. Em julho do mesmo ano sua mãe faleceu. Muito abalado, Charles-Édouard abandonou os estudos e retornou à Ilha Maurício. No final de 1843 voltou a Paris, reiniciando seus estudos médicos. Passou por enormes dificuldades financeiras, mas conseguiu apoio de dois importantes médicos, Armand Trousseau (1801-1867) e Pierre Rayer (1793-1867), dos quais foi assistente. No início de 1846, aos 28 anos de idade, obteve seu título de doutor em medicina, defendendo uma tese original (que dedicou à sua mãe) sobre a fisiologia da medula espinhal (Brown, 1846). Logo depois, adotou o sobrenome Brown-Séguard, adicionando o nome Séguard da família da sua mãe ao do pai. Legalizou esse novo nome, registrando-o em cartório, apenas em 1859 (Aminoff, 1993, p. 18).

3 PRIMEIROS ESTUDOS DE FISIOLOGIA

A tese de doutorado de Brown-Séguard representou o início de uma importante linha de pesquisa. Ele estudou o caminho seguido pelas sensações e atos reflexos na medula espinhal, através de um estudo experimental em que fazia cortes parciais da medula de animais, a várias alturas, estudando seus efeitos.

O autor agradeceu logo no início de sua tese ao doutor Martin Magron:

Fiz todas as experiências indicadas na primeira parte de minha tese com o doutor Martin-Magron, meu excelente mestre e amigo, a quem estou feliz de poder prestar uma homenagem pública de reconhecimento, pela liberalidade com a qual ele sempre soube me abrir os tesouros de seu coração e de sua inteligência (Brown, 1846, p. 5).

A tese tinha duas partes, tratando respectivamente da teoria das paralisias e atos reflexos (retomando e aprofundando estudos recentes de Edward Marshall-Hall), e da doutrina de Charles Bell a respeito dos feixes nervosos da medula espinhal.

Na época em que Charles-Édouard realizou essas pesquisas, havia total discordância entre os vários autores a respeito do papel dos cordões anterior e posterior, dos cordões laterais, das partes

cinzenta e branca da medula. Os experimentos realizados haviam levado a conclusões contraditórias (Brown, 1846, pp. 20-22).

O jovem pesquisador, estudando coelhos, rãs, cachorros, enquiás e pombos, realizou experimentos em que fazia corte total ou parcial (hemiseção) da medula em vários pontos, aplicando então picadas ou estímulo elétrico a diferentes partes da mesma e observando também a reação de diferentes partes do corpo a estímulos. Ele acabou por concluir que as sensações são transmitidas não apenas pelos cordões posteriores da medula (como muitos acreditavam), mas também pela substância cinzenta (Brown, 1846, p. 29).

A partir de 1847, Brown-Séguar começou a publicar regularmente artigos a respeito de suas pesquisas fisiológicas nos *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* e em outros periódicos. O *Catalogue of Scientific Papers* da *Royal Society* cita 100 publicações do jovem autor entre 1847 e 1863 (Royal Society of London, 1867-1872, vol. 1, pp. 662-666) – uma média de 6 por ano – e essa listagem não é completa. Publicou quase 600 trabalhos entre 1846 (quando se graduou) e 1894 (quando faleceu). A maioria dos seus artigos se refere à fisiologia e patologia do sistema nervoso.



Figura 1. Charles-Édouard Brown-Séguar, aos 40 anos de idade.

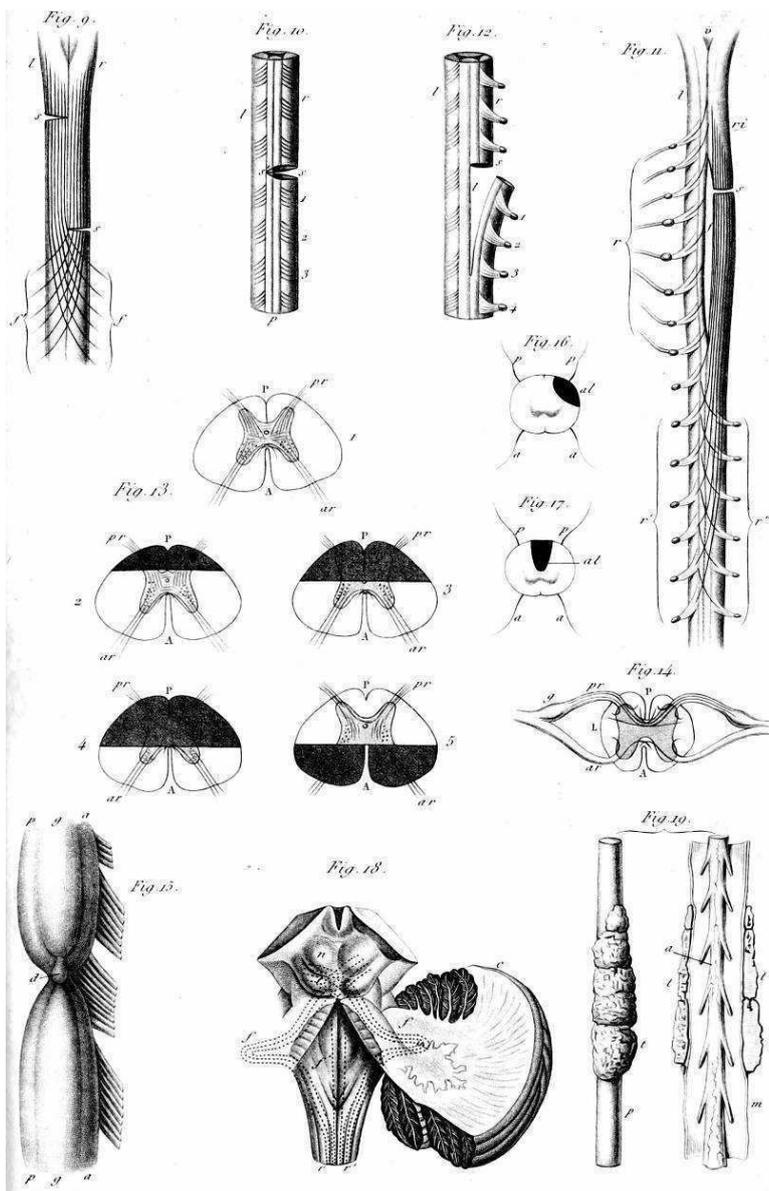


Figura 2. Desenhos mostrando alguns dos tipos de intervenções cirúrgicas no sistema nervoso, realizadas por Brown-Séquard.

Em 1848 Brown-Séquard participou da fundação da *Société de Biologie*, cujo primeiro presidente foi o médico Pierre Rayer, com quem ele trabalhava ocasionalmente. Participaram da Sociedade pessoas cujas pesquisas depois se tornaram bem conhecidas, como Claude Bernard e Charles Robin. Brown-Séquard participou ativamente desta Sociedade, tendo sido logo no início um de seus secretários e publicando muitos de seus trabalhos na sua revista.

Mesmo com pouquíssimos recursos materiais e passando muitas dificuldades, Brown-Séquard se dedicava principalmente à pesquisa, que não lhe rendia nenhuma recompensa material. Prosseguiu os estudos apresentados em sua tese, analisando mais cuidadosamente os caminhos seguidos pelos sinais nervosos na medula vertebral através de experimentos nos quais fazia cortes da mesma. Em 1849 ele conseguiu mostrar mais conclusivamente que o caminho seguido pelos sinais sensoriais na medula não estavam na sua parte posterior, mas seguiam outros caminhos e se entrecruzavam à medida que subiam para o cérebro. Conquistou assim um prêmio da Academia de Ciências de Paris (Aminoff, 1993, p. 18). Conseguiu também caracterizar as perturbações clínicas que ocorriam quando a metade da medula era cortada – um conjunto de sintomas que até hoje é denominado “síndrome de Brown-Séquard” (Koehler, 1994; Laporte, 2006; Tattersall & Turner, 2000).

Um subproduto dessas primeiras pesquisas foi a descoberta de que alguns dos animais cuja medula operou para estudar a transmissão de sinais nervosos manifestavam convulsões semelhantes às que ocorrem na epilepsia. No entanto, ele só começou a publicar trabalhos sobre epilepsia experimental a partir de 1856. Essa linha de investigação, por sua vez, foi o que posteriormente levou à observação da transmissão hereditária deste e de outros efeitos produzidos cirurgicamente, como veremos adiante.

4 VIAGENS E RECONHECIMENTO

Em 1851, Louis Bonaparte (1808-1873) conseguiu assumir o poder político na França, proclamando-se imperador no ano seguinte. Sendo um ardoroso republicano, Brown-Séquard resolveu deixar o país e mudar-se para os Estados Unidos, onde esperava conseguir trabalhar com facilidade. Na época ainda não falava

inglês, e utilizou as semanas que essa viagem demorava para aprender um pouco do idioma (Aminoff, 1993, p. 21). Foi a primeira de muitas viagens que realizou entre a Europa e os Estados Unidos, durante sua vida bastante irrequieta. Depois de obter um razoável prestígio lá, casou-se e retornou à França no segundo semestre de 1853, e no início de 1854 viajou para a Ilha Maurício. De lá retornou aos Estados Unidos no início de 1855, para assumir um posto de professor na universidade Richmond, na Virgínia; depois voltou à França, agora com maior prestígio, tendo recebido da Academia de Ciências de Paris o prestigioso prêmio Montyon (Dupuy, 1894, p. 739).

Nos seus primeiros trabalhos, Brown-Séguard encontrara fenômenos que entravam em colisão com todas as teorias existentes sobre o funcionamento da medula espinhal. Suas publicações não chamaram muita atenção dos fisiólogos, e por isso, ao retornar à França, solicitou à *Société de Biologie* que se pronunciasse oficialmente sobre o assunto. A Sociedade formou uma comissão, presidida pelo neurologista Pierre Paul Broca (1824-1880), que durante várias semanas presenciou a repetição dos principais experimentos de Brown-Séguard e confirmou plenamente todas as suas observações. O relator concluiu: “As belas experiências do sr. Brown-Séguard acabam de virar de cabeça para baixo para sempre esse edifício tão bem construído, do qual Charles Bell havia lançado os fundamentos e o sr. [François Achille] Longet havia selado a última pedra” (Broca, 1855, p. 27).

O relatório de Broca produziu forte repercussão (Aminoff, 1993, p. 30). Pode-se dizer que, a partir dessa época, ele era um fisiólogo muito respeitado na França e em outros países.

Segundo o próprio Brown-Séguard, ele havia observado pela primeira vez a produção da epilepsia experimental em 1850, durante seus estudos sobre as funções da medula espinhal (Brown-Séguard, 1856, p. 86). No entanto, foi apenas vários anos depois que ele comunicou o fenômeno, descrevendo detalhadamente como produzi-lo e os sintomas observados.

Apesar de encontrar uma grande semelhança entre os efeitos produzidos nos animais operados e a epilepsia humana, o pesquisador foi bastante cuidadoso em comentar: “Se não é a verdadeira epilepsia que produz lesionando a medula espinhal, é pelo menos uma afecção epileptiforme que pertence ao grupo das afecções

convulsivas nas quais o acesso pode ter sua causa no exterior, como naquelas em que existe uma *aura* [...]" (*ibid.*, p. 88).

Em maio de 1858 Brown-Séquard viajou pela primeira vez para a Inglaterra, onde apresentou seis conferências no *Royal College of Surgeons* e também na *Royal Society*. Nessa ocasião ele conheceu Thomas Huxley (1825-1895), que assistiu às suas palestras, bem como vários outros pesquisadores importantes das áreas biológica e médica (Aminoff, 1993, p. 32). Retornou depois de algum tempo a Paris, viajando para a Escócia em abril de 1859, onde deu conferências em Edinburgh e Glasgow, apresentando também conferências na Irlanda, pouco tempo depois.

5 HERANÇA DE CARACTERES ADQUIRIDOS

Durante os anos seguintes, Brown-Séquard continuou a publicar muitos trabalhos sobre a fisiologia da medula e sobre a epilepsia. Em 1859 relatou, pela primeira vez, que havia observado efeitos semelhantes à epilepsia, transmitidos aos descendentes dos animais submetidos a cirurgia.

Há vários anos pude observar um número bastante grande de filhotes nascidos de porquinhos-da-Índia, que haviam sido tornados epiléticos praticando neles diversas lesões da medula espinhal. Ora, no caso de alguns desses filhotes, constatei uma afecção epileptiforme muito nítida, com acessos bem caracterizados, mas um pouco diferentes dos observados nos pais. De fato, sabe-se que nesses existem não apenas acessos espontâneos, mas que, além disso, pode-se determinar à vontade um ataque excitando-os, pinçando a pele da face. Nos porquinhos-da-Índia, que parecem ter obtido sua afecção convulsiva a partir de seus pais, os acessos não podem ser provocados da mesma maneira. A forma desses também não é completamente igual; quando começa um acesso, o animal é tomado por tremores; depois ele cai sobre um lado e agita então os membros espasmodicamente.

Os porquinhos-da-Índia com essa doença que possuo neste momento provêm, em número aproximadamente igual, de uma mãe tornada epilética pela lesão da medula, e de um pai colocado nas mesmas condições. Aliás, pode-se ver os pais epiléticos por mielo-traumatismo produzir o nascimento de filhotes dos quais nenhum será tomado por uma afecção do mesmo tipo, ou dos quais alguns serão isentos enquanto outros terão acessos convulsivos.

Tenho sob meus olhos um número muito grande de porquinhos-da-Índia e, embora esteja longe de negar a possibilidade do fato, jamais vi um só desses animais apresentar uma doença convulsiva análoga, a menos que tivesse antes sofrido uma lesão da medula, ou se tivesse nascido de um progenitor tornado epilético por uma experiência dessa natureza.

Essas observações possuem um alto valor; pois elas adicionam um novo traço de semelhança àqueles que já aproximavam a epilepsia dos humanos da afecção convulsiva determinada nos mamíferos por hereditariedade. Quanto maior for a analogia entre essas duas doenças, mais o estudo da epilepsia dos animais, sob todos os pontos diversos, poderá ajudar as difíceis pesquisas que ainda são exigidas da história da epilepsia humana.

Farei ainda notar que esses casos possuem um outro tipo de interesse. Sabe-se que as lesões traumáticas não se transmitem por hereditariedade, ou pelo menos que essa transmissão é muito rara. Ora, poder-se-ia invocar os casos de que aqui se trata como exemplos demonstrando a possibilidade dessa transmissão; mas isso seria um erro. De fato, nos descendentes dos porquinhos-da-Índia epiléticos, a medula, examinada ao olho nu ou ao microscópio, parece perfeitamente sadia. Não é a lesão local que se transmite; é a alteração ou disposição orgânica geral do sistema nervoso, determinada pela lesão, e que se imprimiu profundamente nos progenitores ou em um deles. Deve-se comparar esses exemplos dos casos de transmissão hereditária de uma afecção diastásica produzida em um indivíduo, homem ou mulher, por qualquer causa bem determinada (Brown-Séquard, 1859, pp. 194-195).

Em uma pequena nota apresentada à *Royal Society* em dezembro do mesmo ano, Brown-Séquard acrescentou alguns outros dados. Informou que havia observado o fenômeno em seis filhotes de porquinhos-da-Índia, que tinham ataques convulsivos frequentes, e cujos progenitores eram um macho e duas fêmeas que haviam sofrido a operação (Brown-Séquard, 1860, pp. 297-298).

A evidência empírica era particularmente significativa porque, como o autor comentou alguns anos mais tarde, “desde trinta anos atrás, tive comigo um número considerável de cobaias (certamente vários milhares) e jamais observei neles ataques de epilepsia, exceto naqueles que haviam sofrido as lesões indicadas, ou em seus descendentes” (Brown-Séquard, 1869, p. 215).

Em 1860 Brown-Séquard se mudou para Londres (onde permaneceu durante 4 anos, trabalhando no *National Hospital for the Paralyzed and Epileptic*). Em 1861 apresentou a prestigiosa *Croonian Lecture* da *Royal Society*, falando sobre algumas de suas descobertas fisiológicas. Esse trabalho impressionou tanto John Stuart Mill que ele o utilizou como exemplo para explicar os métodos de pesquisa experimental, no seu *System of Logic* (Aminoff, 1993, p. 43).

6 DARWIN E BROWN-SÉQUARD

Darwin logo tomou conhecimento e aceitou imediatamente os resultados publicados por Brown-Séquard a respeito de herança de efeitos de cirurgias, e escreveu no dia 3 de outubro de 1860 uma carta ao fisiólogo Jeffries Wyman (1814-1874) na qual dizia:

Falando sobre herança, há muito tempo eu estava inclinado a rejeitar totalmente, como você, que as mutilações pudessem ser herdadas (e fiz levantamentos especiais sobre os Judeus); mas ultimamente fiquei bastante oscilante; e agora o caso de Brown-Séquard de epilepsia herdada a partir de mutilações parece praticamente decidir a questão (Darwin, *apud* Dupree, 1951, p. 106)⁴.

Foi aproximadamente nessa época que Darwin conheceu Brown-Séquard pessoalmente (Aminoff, 1993, p. 45), já que em janeiro de 1862, ao lhe escrever uma carta pela primeira vez, mencionou: “Ouso dizer que o senhor não se lembra disso, mas um ou dois anos atrás eu lhe fui apresentado no *Philosophical Club*, e tive uma pequena conversa consigo que me interessou” (Darwin, 1985-2006, carta 3372, vol. 10, p. 2).

O *Philosophical Club of the Royal Society* foi fundado em 1847, como parte de um movimento que tinha a intenção de reformar e revigorar a *Royal Society*. O *Philosophical Club* promovia jantares e palestras e Brown-Séquard foi convidado duas vezes a falar nessas reuniões: no dia 20 de maio de 1858 – quando discorreu sobre transfusões de sangue – e no dia 22 de março de 1860 – quando

⁴ Ver também Darwin, 1985-2006, carta 2936, vol. 8, p. 404.

falou sobre as fibras nervosas da medula (Bonney, 1919, pp. 137, 148). É possível que Darwin tenha sido apresentado a Brown-Séguard nessa segunda ocasião, quando o palestrante estaria sendo o centro das atenções – e isso explicaria por que Darwin supunha que Brown-Séguard não se lembraria de terem conversado⁵.

Nessa época, o intercâmbio de correspondência entre Darwin e Brown-Séguard se restringiu apenas a três cartas. Darwin lhe escreveu pela primeira vez no dia 2 de janeiro de 1862, Brown-Séguard respondeu no dia 13 de janeiro, e no dia 16 de abril Darwin lhe escreveu novamente. Trocaram amabilidades, e Darwin escreveu logo depois para Thomas Huxley: “Vejo que Brown-Séguard está em grande medida comigo, e fará uma resenha na França da tradução francesa do *Origin*” (Darwin, 1985-2006, carta 3386, vol. 10, p. 18). Possivelmente o relacionamento pessoal entre eles não se aprofundou porque Brown-Séguard acabou não publicando a prometida resenha.

Apesar de não manterem um relacionamento pessoal, as pesquisas de Brown-Séguard haviam impressionado muito Darwin. Na primeira edição do *Variation of animals and plants under domestication* (1868), depois de relatar vários casos em que parecia existir herança de mutilações e outros caracteres obtidos acidentalmente, Darwin comentou:

Em todos esses casos, nos quais o progenitor teve um órgão danificado em um lado, e mais de um descendente nasceu com o mesmo órgão afetado do mesmo lado, se tiverem sido relatados de forma fiel, as chances contra uma mera coincidência são enormes. Mas talvez o fato mais notável e confiável seja aquele fornecido pelo Dr. Brown-Séguard, a saber, que muitos filhotes de porquinhos-da-Índia herdaram uma tendência epiléptica de progenitores que tinham sido submetidos a uma operação específica, que induzia depois de poucas semanas uma doença convulsiva semelhante à epilepsia: e deve-se notar especialmente que este eminente fisiólogo criou um grande número de porquinhos-da-Índia de animais que não tinham sido operados, e nenhum deles

⁵ Na sua resposta a Darwin, Brown-Séguard *não desmentiu* a afirmação de Darwin de que ele não se lembrava da conversa. Ver carta de Brown-Séguard a Darwin, 13 de janeiro de 1862 (Darwin, 1985-2006, carta 3385, vol. 10, p. 15).

manifestou a tendência epiléptica. Dificilmente podemos evitar admitir que as feridas e mutilações, especialmente quando seguidas por doença – ou talvez apenas quando assim seguidas – são herdadas ocasionalmente (Darwin, 1868, v. 2, p. 24).

7 NOVOS EFEITOS OBSERVADOS

Depois de 1860, durante 10 anos, Brown-Séquard não publicou novos trabalhos sobre a herança de caracteres adquiridos. Em 1870, no entanto (talvez por influência da publicação do *Variation of animals and plants under domestication* de Darwin), começou a apresentar uma série de comunicações à *Société de Biologie* nas quais informava sobre diferentes características – além da epilepsia – que eram transmitidas aos filhotes de porquinhos-da-Índia submetidos a certas cirurgias⁶. Nesse mesmo ano ele apresentou uma palestra em Liverpool, durante a reunião anual da *British Association for the Advancement of Science* (a convite de Thomas Huxley) na qual apresentou esses resultados – mas o trabalho não foi publicado (Koehler, 1994, p. 201).

Cinco anos depois ele publicou na revista médica *Lancet* um artigo curto, mas muito claro, descrevendo todos os efeitos observados (Brown-Séquard, 1875). Este foi seu trabalho sobre o assunto que teve maior repercussão, sendo citado detalhadamente por Charles Darwin na segunda edição do seu livro *Variation of animals and plants under domestication*. O artigo da revista *Lancet* apresenta uma lista detalhada dos efeitos observados:

Em uma comunicação que fiz em 1870, em Liverpool, aos membros da *British Association for the Advancement of Science*, mencionei que havia testemunhado um grande número de fatos mostrando que alterações das orelhas ou dos membros, e certas condições mórbidas, tinham aparecido por hereditariedade a partir de progenitores nos quais as mesmas alterações ou condições tinham sido produzidas por certos danos ao sistema nervoso. Os fatos que observei – alguns antes, outros depois daquele encontro – sobre a

⁶ Essas novas observações aparecem sob forma de descrições muito curtas nos relatórios das sessões da *Société de Biologie*, ao longo do volume 22 dos *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie* (ver páginas 5, 16, 17, 45, 54, 96, 124).

transmissão hereditária a muitos animais de estados mórbidos causados em um ou outro de seus progenitores por algum dano ao sistema nervoso podem ser resumidos da seguinte forma:

1. Aparecimento de epilepsia em animais nascidos de pais que tinham se tornado epiléticos por um dano do cordão espinhal.
2. Aparecimento de epilepsia também em animais nascidos de pais que se tornaram epiléticos pelo corte do nervo ciático.
3. Uma mudança na forma da orelha em animais nascidos de pais nos quais tal mudança foi o efeito de uma divisão do nervo cervical simpático.
4. Fechamento parcial das pálpebras em animais nascido de pais nos quais esse estado das pálpebras tinha sido causado ou pelo corte do nervo cervical simpático ou pela remoção do gânglio cervical superior.
5. Exoftalmia em animais nascidos de pais nos quais um ferimento do corpo restiforme tinha produzido a protusão do globo ocular. Testemunhei esse fato interessante muitas vezes, e vi a transmissão do estado mórbido do olho continuar por 4 gerações. Nesses animais, modificados por hereditariedade, geralmente os dois olhos são protusos, embora nos pais usualmente apenas um mostrasse exoftalmia, tendo a lesão sido realizada na maioria dos casos apenas em um dos corpos restiformes.
6. Hematoma e gangrena seca das orelhas em animais nascido de pais nos quais essas alterações auriculares foram causadas por um dano ao corpo restiforme perto da base do cálam.
7. Ausência de dois dos três dedos da pata traseira, e algumas vezes de todos os três, em animais cujos pais tinham comido seus dedos da pata traseira que haviam se tornado insensíveis apenas por um corte do nervo ciático, ou daquele nervo e também do crural. Algumas vezes, em vez de uma ausência completa dos dedos, apenas faltava uma parte de um ou dois ou três deles nos filhotes, embora nos pais não apenas os dedos mas o pé inteiro estivesse ausente (parcialmente comido, parcialmente destruído por inflamação, ulceração ou gangrena).
8. Aparecimento de vários estados mórbidos da pele e cabelo do pescoço e da face em animais nascidos de pais que tinham alterações semelhantes nas mesmas partes, como efeito de um dano ao nervo ciático (Brown-Séquad, 1875, p. 7).

Portanto, nos 15 anos que se seguiram à primeira comunicação sobre transmissão dos sintomas epilépticos induzidos por cirurgia, Brown-Séguard foi acumulando evidências sobre vários outros efeitos que pareciam ser transmitidos à prole, envolvendo mudanças anatômicas observáveis. Ele adicionou à lista de efeitos observados vários comentários, como:

Quanto à transmissão da epilepsia, é claro que devemos considerar essa afecção, quando aparece na prole, como devida à hereditariedade, pois na espécie de animais em que esses fatos foram observados (porquinhos-da-Índia) eu nunca vi epilepsia exceto nos que tinham certos danos capazes de produzir esse problema nervoso, ou nos filhotes dos animais lesados e epilépticos. Minha observação de porquinhos-da-Índia foi em uma escala tal (uma época, antes do cerco de Paris, eu tinha 584 em meu laboratório) que posso dizer que tive muitos e muitos milhares sob observação de 1843 até hoje – um período de mais de trinta anos.

Dos vários tipos de transmissão hereditária que mencionei, apenas dois são muito freqüentes – exoftalmia e a mudança na forma da orelha. A ausência de dedos das patas é rara. Desde que prestei atenção a isso como um exemplo de transmissão hereditária, eu o registrei apenas treze vezes, embora eu saiba que a vi [essa afecção] em mais de treze animais (Brown-Séguard, 1875, pp. 7-8).

Como alguns dos sintomas surgiam nos descendentes apenas depois de algum tempo (não ao nascer), o autor concluiu:

Em quase todos, e não em todos os casos de transmissão hereditária que observei em animais em cujos progenitores eu havia danificado o nervo ciático, o nervo simpático cervical ou o *corpus restiformis*, provavelmente o que é transmitido é o estado mórbido do sistema nervoso. Há possivelmente uma exceção no fato de que alguns animais nasceram sem os dedos das patas, de progenitores que haviam perdido seus dedos das patas; mas os outros fatos apenas implicam a transmissão de um estado mórbido do nervo simpático, ou do ciático, ou de uma parte da medula.

Esses fatos, adicionados a muitos outros mencionados por P. Lucas e por Charles Darwin⁷ prova claramente a possibilidade de

⁷ Aqui o autor se referiu à obra *Traité philosophique et physiologique de l'hérédité naturel-*

transmissão hereditária de efeitos de danos meramente acidentais (Brown-Séquard, 1875, p. 8).

8 COMENTÁRIOS DE DARWIN

Na segunda edição do *Variation of animals and plants under domestication* Darwin se referiu às pesquisas de Brown-Séquard, afirmando:

Com relação à herança de estruturas mutiladas por ferimentos ou alteradas por doenças, até recentemente era difícil chegar a qualquer conclusão definida. Algumas mutilações foram praticadas durante um grande número de gerações sem qualquer resultado herdado.

Apesar dos vários casos negativos acima, agora possuímos evidência conclusiva de que os efeitos de operações algumas vezes são herdados. O dr. Brown-Séquard fornece o seguinte resumo de suas observações com porquinhos da Índia; e este resumo é tão importante que eu o citarei na íntegra (Darwin, 1875, vol. 1, p. 467).

Em seguida, Darwin transcreveu grande parte do artigo da revista *Lancet* acima referido, enfatizando depois o seguinte ponto:

Deve-se observar especialmente que Brown-Séquard reproduziu durante trinta anos muitos milhares de porquinhos da Índia a partir de animais que não tinham sido operados, e nenhum deles manifestou a tendência epiléptica. E ele jamais viu um porquinho da Índia sem os dedos dos pés, a não ser os descendentes de pais que tinham devorado seus próprios dedos por causa da divisão do nervo ciático.

Foram cuidadosamente registrados 13 casos desse último fato, e foi visto um grande número deles; no entanto, Brown-Séquard fala sobre esses casos como uma das formas raras de herança. É um fato ainda mais interessante que “O nervo ciático no animal sem dedos dos pés herdou o poder de passar por todos os diferentes estados mórbidos que ocorreram em um dos pais, do momento

le de Prosper Lucas, e ao livro *Variation of animals and plants under domestication* de Darwin.

da divisão até sua reunião com a extremidade periférica. Não foi portanto apenas o poder de realizar uma ação que foi herdado, mas o poder de realizar uma série completa de ações, em uma certa ordem”⁸.

Na maioria dos casos de herança registrados por Brown-Séguar, apenas um dos dois pais tinha sido operado e afetado. Ele conclui exprimindo sua crença de que “aquilo que é transmitido é o estado mórbido do sistema nervoso” devido à operação realizada nos pais (Darwin, 1875, vol. 1, pp. 468-469).

Mesmo depois dessa data, Darwin continuou a defender a herança de caracteres adquiridos acidentalmente, como em uma carta que publicou na revista *Nature* em 1881, onde descreveu alguns casos que lhe haviam sido comunicados e depois comentou:

Muitos outros casos mais ou menos bem análogos foram registrados; mas até um período recente todos naturalmente sentiam muitas dúvidas sobre se os efeitos de uma mutilação ou ferimento eram realmente herdados, pois coincidências acidentais ocorrem ocasionalmente quase com certeza. O assunto, agora, tem um aspecto completamente diferente, desde os famosos experimentos de Brown-Séguar provando que os porquinhos-da-Índia da geração seguinte eram afetados pela operação de certos nervos. O sr. Eugène Dupuy de San Francisco, Califórnia, também descobriu, como ele me informou, que com esses animais “lesões dos nervos do tronco são transmitidos quase invariavelmente”. Por exemplo, “os efeitos de seções do [nervo] simpático cervical sobre os olhos são reproduzidos nos filhotes, e também a epilepsia quando induzida por lesões do nervo ciático (como descrito por meu eminente amigo e mestre, dr. Brown-Séguar)”. O sr. Dupuy me comunicou um caso ainda mais notável de efeitos transmitidos ao cérebro por um dano ocasionado a um nervo; mas não me sinto com liberdade para apresentar esse caso, pois o sr. Dupuy pretende prosseguir as suas pesquisas e, como espero, publicará os resultados (Darwin, 1881, p. 257).

⁸ O trecho entre aspas é uma citação que Darwin faz do artigo de Brown-Séguar.

9 REPERCUSSÃO

Depois que Huxley e Darwin deram seu apoio a esses experimentos, eles passaram a ser discutidos por grande número de evolucionistas, cuja opinião se dividiu. Alguns adotaram a mesma visão de Darwin, considerando os experimentos de Brown-Séquard como a mais importante confirmação da transmissão hereditária de caracteres adquiridos. Outros não aceitaram os experimentos como corretos, apontando possíveis problemas. Houve também autores que aceitaram os experimentos, mas não suas conclusões.

Independentemente da opinião a respeito do que o experimento mostrava, todos os autores consideravam que os estudos de Brown-Séquard eram os mais importantes sobre esse tema – especialmente levando-se em conta o prestígio do pesquisador e o caráter experimental (não anedótico) do caso.

August Weismann (1834-1914), cujas concepções teóricas eram incompatíveis com a herança de caracteres adquiridos, criticou inicialmente os experimentos. Supôs inicialmente que as observações estavam equivocadas, já que aquele efeito não deveria existir. No entanto, o efeito descrito por Brown-Séquard foi reproduzido por outros pesquisadores – inicialmente por seus discípulos Eugène Dupuy (1847-1924)⁹ e Carl Westphal (1823-1890), mas depois, independentemente, por Heinrich Obersteiner (1847-1922). Houve um forte impacto dessas confirmações.

Weismann aceitou que os experimentos eram corretos, mas atribuindo o efeito a algum tipo de infecção, transmitida por microorganismos desconhecidos à prole dos animais operados¹⁰.

⁹ Eugène Dupuy, antigo discípulo de Brown-Séquard que trabalhava na época nos Estados Unidos, repetiu os experimentos e confirmou três dos efeitos descritos por Brown-Séquard: a transmissão hereditária da epilepsia produzida por cirurgias; a transmissão da protusão dos olhos de animais que haviam sido operados no corpo restiforme; e a transmissão de deformações das patas. Ele concluiu que Weismann não podia contestar a hereditariedade de lesões adquiridas (Dupuy, 1890).

¹⁰ As reações e argumentos de Weismann, bem como a resposta de Brown-Séquard a esse pesquisador, serão estudados em um artigo futuro.

Alguns neo-darwinistas, que não aceitavam a hereditariedade de caracteres adquiridos, como Alfred Russel Wallace (1823-1913), adotaram a explicação de Weismann (ver Wallace, 1890, pp. 440-441). Novos experimentos feitos por Brown-Séquard e outros fisiólogos, no entanto, tornaram implausível essa explicação, pois o fenômeno podia ser reproduzido produzindo-se traumatismos nos animais, sem intervenção cirúrgica, não podendo assim haver contaminação.

10 OS ESTUDOS DE ROMANES

Na Inglaterra, George John Romanes (1848-1894), importante fisiólogo e evolucionista (ver Martins, 2006), que colaborou diretamente com Darwin na tentativa de verificar a teoria da pangênese, foi um dos que se interessou diretamente pelos experimentos de Brown-Séquard, procurando repeti-los. Seus estudos foram descritos no segundo volume (póstumo) de sua obra *Darwin, and after Darwin* (Romanes, 1897). No capítulo 4 desse livro Romanes discute as evidências experimentais existentes a favor da herança de caracteres adquiridos, dando especial destaque aos estudos de Brown-Séquard:

[...] há várias pesquisas que, com outros objetivos em vista, acabaram proporcionando evidências aparentemente boas desse tipo de transmissão. As mais conhecidas dessas pesquisas – e portanto aquela com a qual começarei – é a de Brown-Séquard sobre os efeitos de certos danos do sistema nervoso em porquinhos-da-Índia (Romanes, 1897, pp. 103-104).

Romanes passa então a descrever detalhadamente os efeitos observados por Brown-Séquard, apresentando comentários e os resultados de seus próprios experimentos. Ele relata que iniciou suas pesquisas na década de 1870 – ou seja, o ano da divulgação dos resultados do fisiólogo francês na reunião da *British Association for the Advancement of Science* – mas que inicialmente obteve resultados negativos. Posteriormente, motivado pela discussão ocasionada pelas publicações de Weismann, retornou a esses experimentos. Em uma carta que escreveu para seu irmão James no início de 1890, Romanes comentou:

Esta é a mais importante questão que foi levantada na biologia, de que eu possa me lembrar, e uma prova de uma *mutilação* herdada estabeleceria a questão contra a teoria de Weismann. Por isso estou também tentando a mutilação de lagartas no Zoológico, esperando que uma mutilação durante o que é virtualmente um período embrionário de vida teria mais chance de ser transmitida, já que variações *congênitas* são tão facilmente transmissíveis, e que essas são mudanças de um tipo pré-embriônico (carta de G. J. Romanes, *in* Ethel Romanes, 1896, p. 245).

Segundo sua esposa, “Na primavera de 1891 Romanes visitou Paris e viu o sr. Pasteur em seu laboratório, e também o sr. Brown-Séguard, em cujo trabalho estava especialmente interessado” (Ethel Romanes, 1896, p. 288). Através desse contato direto, recebeu instruções práticas sobre como realizar as cirurgias, e retomou os experimentos.

No entanto, nos anos seguintes Romanes teve vários problemas de saúde, que dificultaram suas pesquisas. Em uma carta a Thomas Huxley, do dia 26 de setembro de 1893, comentou que havia sofrido recentemente um ataque que o tornara hemiplégico, “e os doutores me proíbem trabalho de qualquer tipo, de modo que minha miséria é absoluta, todos os meus experimentos chegaram a um fim prematuro, e é improvável que qualquer de meus livros meio escritos seja jamais publicado” (carta de G. J. Romanes, *in* Ethel Romanes, 1896, p. 343).

Assim, embora tenha preparado um relato sobre seus estudos, que saiu publicado após sua morte no *Darwin and after Darwin*, ele próprio alertou os leitores: “Durante os últimos dois anos, no entanto, os experimentos foram interrompidos tantas vezes por doença, que mesmo agora a pesquisa está longe de ter sido completada” (Romanes, 1897, p. 114).

O primeiro ponto analisado por Romanes foi a produção da epilepsia artificial e sua transmissão aos descendentes. O autor comentou que não estava preocupado em testar a própria produção de efeitos epilépticos em porquinhos-da-Índia, porque esses experimentos já tinham sido suficientemente corroborados; mas que seu objetivo era operar os animais para analisar seus sintomas e a sua transmissão aos descendentes (Romanes, 1897, p. 114). Depois de uma descrição detalhada do fenômeno, ele concluiu:

O hábito epileptiforme é transmitido apenas raramente à prole. A maior parte dessas observações estão de acordo com as realizadas anteriormente por Brown-Séguard, e também por outros que repetiram os seus experimentos sobre esse ponto (Romanes, 1897, p. 115).

Pode-se talvez imaginar que Romanes *não confirmou* as conclusões de Brown-Séguard, já que afirma que o efeito “é transmitido apenas raramente à prole”¹¹. No entanto, nem Brown-Séguard nem qualquer outro autor haviam afirmado que o efeito era transmitido *sempre*. E como os ataques semelhantes à epilepsia só ocorriam em animais que haviam sido operados (quase sempre) e em alguns de seus descendentes, nunca ocorrendo espontaneamente nos porquinhos-da-Índia “normais”, a ocorrência de *alguns casos* de transmissão era uma forte evidência positiva.

Romanes *não confirmou* outros três efeitos descritos por Brown-Séguard: a transmissão de deformações das orelhas e de pálpebras caídas (Romanes, 1897, p. 116) e a transmissão de lesões nas patas (*ibid.*, p. 120). No entanto, comentou que havia feito poucos testes dos dois primeiros efeitos e que não podia afirmar que não ocorressem; e que o terceiro efeito era descrito como raro, pelo próprio Brown-Séguard.

Quanto aos demais efeitos de transmissão hereditária relatados pelo pesquisador francês, Romanes confirmou sua ocorrência experimental. No caso da protusão dos olhos, no entanto, comentou que examinando uma grande população “normal” de porquinhos-da-Índia havia notado que alguns animais possuíam os olhos um pouco proeminentes, e que portanto não podia ter certeza de que os efeitos observados eram realmente hereditários, embora em alguns descendentes de animais operados a protusão fosse muito notável (Romanes, 1897, pp. 116-117).

A transmissão de lesões das orelhas que gangrenavam após uma lesão do corpo restiforme também foi confirmada por Romanes. O efeito, quando ocorria com a prole, tinha um grau menor do que com os pais – como o próprio Brown-Séguard havia

¹¹ Olmsted, por exemplo, interpretou os resultados de Romanes como negativos (Olmsted, 1946, p. 186).

observado (Romanes, 1897, pp. 118-119). O autor apontou que se poderia tentar explicar o fenômeno como sendo uma mera coincidência ou por micróbios transmitidos dos pais aos filhos, em vez de se aceitar a hipótese de hereditariedade, mas comentou.

Porém, eu espero ter excluído muito bem essas duas explicações alternativas. Pois, com relação a uma mera coincidência accidental, eu nunca vi esse processo mórbido peculiar nas orelhas, ou em outras partes, de porquinhos-da-Índia que não tivessem sofrido danos nos corpos restiformes, ou nascido de pais assim mutilados. Com relação à hipótese dos micróbios, tentei inocular as partes correspondentes das orelhas de porquinhos-da-Índia normais, primeiro escarificando esses lugares e depois esfregando nelas as superfícies doentes das orelhas dos animais mutilados; mas não consegui comunicar a doença desse modo (Romanes, 1897, p. 119).

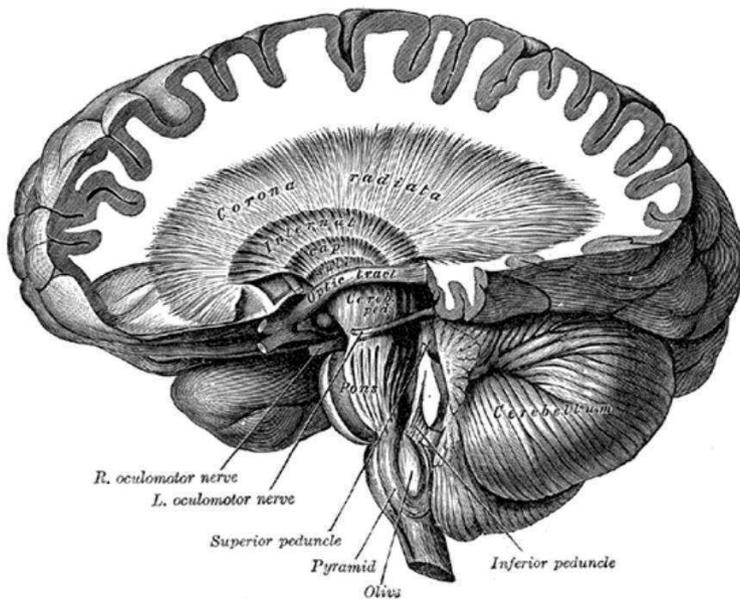


Figura 3. Conexão entre medula espinhal, o cerebelo e o cérebro, indicando a posição do pedúnculo inferior (Gray, 1918, fig. 745).

11 AS DIFICULDADES EXPERIMENTAIS

Ao descrever seus experimentos, Romanes chamou a atenção para a dificuldade em reproduzir as cirurgias do modo adequado:

Por fim, para o benefício de qualquer pessoa que queira repetir estes experimentos sobre os corpos restiformes, eu gostaria de comentar que é necessário obter informações precisas sobre o *modus operandi*. Pois é apenas um ponto muito localizado em cada corpo restiforme que deve ser danificado para produzir qualquer dos resultados em questão. Eu próprio perdi dois anos de trabalho porque não conhecia este ponto exato antes de ir a Paris com o objetivo de ver o próprio Brown-Séquard realizar a operação. No ano anterior eu havia visto um dos seus assistentes fazê-lo, mas esse senhor tinha um método muito menos cuidadoso, que em minhas mãos sempre deu resultados negativos. O ponto exato no corpo restiforme é tão frontal quanto seja possível atingir, e tão profundo quanto possível sem produzir movimentos rotatórios (Romanes, 1897, p. 119).

Romanes não forneceu mais detalhes sobre o assistente descuidado, mas a história foi conservada por d'Arsonval, Jacques-Arsène d'Arsonval (1851-1940), um dos assistentes de Brown-Séquard. Em janeiro de 1890 Romanes visitou Paris. Brown-Séquard estava passando o inverno em Nice, por causa de problemas de saúde, mas autorizou Dupuy a fazer as demonstrações experimentais diante de Romanes (Olmsted, 1946, pp. 185-186). Logo, foi Dupuy a pessoa que o fez perder quase um ano de trabalho. É interessante notar que quando, enfim, ele consegue presenciar o próprio Brown-Séquard realizando os experimentos, o fisiólogo já tinha 75 anos de idade.

Para compreender a dificuldade desses experimentos, é conveniente analisar o caso indicado por Romanes. Os dois “corpos restiformes” (também chamado de *pedúnculo cerebelar inferior*) constituem uma das conexões entre a medula vertebral e o cerebelo (figura 3). Em um animal vivo, é extremamente difícil obter acesso cirúrgico a esses órgãos. Somente depois de presenciar o próprio Brown-Séquard realizando a cirurgia, Romanes conseguiu reproduzi-la com sucesso.

Neste e em muitos outros casos controversos na história da ciência, a mera incapacidade de uma pessoa (ou de várias) em re-

produzir uma observação não mostra que o fenômeno descrito não existe¹².

Um dos fenômenos que não havia sido confirmado por Romanes foi corroborado, pouco depois, por um de seus assistentes. O fisiólogo Leonard Erskine Hill (1866-1952) auxiliou Romanes em seus experimentos (Ethel Romanes, 1896, p. 378) e, logo depois do seu falecimento, publicou uma nota carta ao Editor da revista *Nature* que complementa a descrição apresentada no livro:

Pode ser do interesse de seus leitores [da revista *Nature*] que um dia ou dois antes da morte do Dr. Romanes nasceram em Oxford dois porquinhos-da-Índia que exibiam uma pronunciada queda da pálpebra superior esquerda. Esses porquinhos-da-Índia eram a prole de um porquinho-da-Índia macho e de outra fêmea, em ambos dos quais eu produzira para o Dr. Romanes, alguns meses antes, uma queda da pálpebra superior esquerda pela divisão do nervo simpático cervical esquerdo.

Este resultado é uma corroboração de uma série de experimentos de Brown-Séguard sobre a herança de caracteres adquiridos. É claro que é necessária uma série muito grande de experimentos como esse para eliminar todas as fontes de erro, mas isso eu infelizmente não posso realizar no presente, pela necessidade de uma fazenda especial no campo para o cuidado e reprodução dos animais (Hill, 1894, p. 617).

Considerando-se a dificuldade de reprodução dos experimentos e a circunstância de que *apenas em alguns casos* era observada a transmissão dos efeitos aos descendentes, pode-se considerar que os experimentos de Romanes (com o auxílio de Hill) proporcionaram uma confirmação dos trabalhos de Brown-Séguard.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do século XIX existia uma forte evidência experimental favorável à transmissão de caracteres adquiridos acidentalmen-

¹² A respeito da dificuldade de reprodução de experimentos, pode-se consultar o interessante estudo de Collins (1975).

te, que entretanto foi ignorada ou desvalorizada pelos adeptos do neo-darwinismo.

Evidentemente não cabe, em um trabalho de natureza histórica como este, concluir se a herança de caracteres adquiridos por acidente existe ou não existe. Mas podemos discutir até que ponto se poderia (ou deveria) dar crédito aos resultados descritos por Brown-Séguard.

Algumas vezes se afirma que Weismann “provou” que a herança de caracteres adquiridos não existe através dos experimentos em que cortou a cauda de camundongos por várias gerações, sem observar nenhum efeito hereditário. Porém, Weismann não provou nem poderia provar que não existe herança de caracteres adquiridos. Há uma assimetria entre “provar que existe” e “provar que não existe”:

- Para “provar que existe” certo fenômeno, basta mostrar *um exemplo* bem comprovado de que ele de fato existe.
- Para “provar que não existe” certo fenômeno, seria necessário estudar *todos os possíveis exemplos* e mostrar que não ocorrem.

Essa assimetria foi claramente apontada por Richard Burckhardt, por exemplo:

De fato, planejar um experimento que proporcionasse uma resposta inequívoca à questão da realidade do mecanismo lamarckiano não se mostrou uma questão fácil. Os lamarckianos se defrontaram com a grave dificuldade de proporcionar evidência experimental que só pudesse ser interpretada pela suposição da herança de caracteres adquiridos. Os anti-lamarckianos, por outro lado, se defrontaram com a impossibilidade final de provar um universal negativo: podiam relatar casos particulares nos quais os caracteres adquiridos aparentemente não passaram para a geração seguinte, mas não poderiam provar que tal transmissão nunca ocorre (Burckhardt, 1980, p. 347).

Embora no início do século XX alguns experimentadores não tenham conseguido reproduzir os experimentos de Brown-Séguard e tenham questionado seus resultados, eles permaneceram um grave problema para as teorias da hereditariedade.

Alfred Henry Sturtevant (1891-1970), em 1944, publicou um artigo no qual conjecturou que “se um gene específico é responsá-

vel pela formação de um dado antígeno, então existe uma possibilidade de que os anticorpos induzidos por este antígeno possam reagir com o gene” (Sturtevant, 1944, p. 177). Ele utilizou essa hipótese como uma possível explicação de evidências experimentais que haviam sido apresentadas por alguns autores como favoráveis à herança de caracteres adquiridos, como os experimentos realizados por Michael Frederic Guyer (1874-1959) e Elizabeth Anita Smith (1889-?) a partir de 1918. O autor comentou:

Guyer e Smith interpretaram seus resultados como demonstrando a herança de uma característica adquirida. De acordo com a interpretação aqui sugerida, é apenas uma questão de terminologia se eles devem ser descritos assim de forma apropriada. Parece, no entanto, que outros casos citados em apoio à opinião lamarckiana deveriam ser reexaminados tendo em mente a possibilidade do gene-antígeno-anticorpo. Uma consulta casual da literatura me leva a supor que o exemplo adicional mais provável é o que foi relatado muitos anos atrás por Brown-Séguard. Neste caso a interpretação poderia ser que os porquinhos-da-Índia são capazes de produzir anticorpos contra seu próprio tecido nervoso quando este é danificado (Sturtevant, 1944, p. 178).

A conclusão principal deste trabalho é que os experimentos eram bem feitos e que as conclusões de Brown-Séguard pareciam bem fundamentadas; a aceitação ou rejeição dessas conclusões não se baseava em uma análise fria e rigorosa dessas pesquisas e sim, principalmente, dos pressupostos teóricos dos diferentes pesquisadores.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMINOFF, Michael Jeffrey. *Brown-Séguard: a visionary of science*. New York: Raven Press, 1993.
- BERTHELOT, Marcellin Pierre Eugène. La vie et les travaux de Brown-Séguard. *Revue Scientifique* **10** (série 4): 801-812, 1898.

- BONNEY, Thomas George. *Annals of the Philosophical Club of the Royal Society*. London: Macmillan, 1919.
- BROCA, Paul. Rapport sur les expériences de M. Brown-Séguard relatives aux propriétés et aux fonctions de la moelle épinière. Lu à la Société de Biologie, le 21 juillet 1855 para M. Paul Broca, au nom d'une commission composée de MM. Cl. Bernard, Bouley, Broca, Giraldes, Goubaun et Vulpian. *Comptes Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie* **7**: 23-50, 1855.
- BROWN, Charles-Édouard¹³. *Recherches et expériences sur la physiologie de la moelle épinière*. Thèse pour le doctorat en Médecine, présentée et soutenue le 3 janvier 1846. Paris: Rignoux, imprimeur de la Faculté de Médecine, 1846.
- BROWN-SÉQUARD, Charles Édouard. Recherches expérimentales sur la production d'une affection convulsive, épileptiforme, à la suite de lésions de la moelle épinière. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris* **42**: 86-89, 1856.
- . De la transmission para hérité chez les mammifères, et particulièrement chez les cochons d'Inde, d'une affection épileptiforme, produite chez les parents par des lésions traumatiques de la moelle épinière. *Comptes Rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie* **1** (série 3): 194-195, 1859.
- . Hereditary transmission of an epileptiform affection accidentally produced. *Proceedings of the Royal Society of London* **10**: 297-298, 1860.
- . Nouvelles recherches sur l'épilepsie due à certaines lésions de la moelle épinière et des nerfs rachidiens. *Archives de Physiologie Normale et Pathologique* **2**: 211-220, 422-437, 496-503, 5 pls., 1869.
- . On the hereditary transmission of effects of certain injuries to the nervous system. *The Lancet* **1**: 7-8, 1875.
- BURCKHARDT Jr., Richard W. Lamarckism in Britain and the United States. Pp. 343-351, in MAYR, Ernst; PROVINE, Wil-

¹³ Na época em que apresentou sua tese, Brown-Séguard ainda não havia adotado oficialmente o sobrenome Séguard da sua mãe.

- liam B. (eds.). *The evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1980.
- CASTANEDA, Luzia Aurélia. *As idéias pré-mendelianas de herança e sua influência na teoria de evolução de Darwin*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Genética), Universidade Estadual de Campinas.
- COLLINS, Harry M. The seven sexes: a study in the sociology of a phenomenon, or the replication of experiments in physics. *Sociology* **9** (2): 205-224, 1975.
- DARWIN, Charles. *The variation of animals and plants under domestication*. London: Murray, 1868. 2 vols.
- . *The variation of animals and plants under domestication*. 2nd ed. London: John Murray, 1875. 2 vols.
- . Inheritance. *Nature* **24**: 257, 1881.
- . *The correspondence of Charles Darwin*. Vols. 1-15. Edited by Frederick Burkhardt *et al.* Cambridge: Cambridge University Press, 1985-2006.
- DUPREE, A. Hunter. Some letters from Charles Darwin to Jeffries Wyman. *Isis* **42** (2): 104-110, 1951.
- DUPUY, Eugène. De la transmission héréditaire des lésions acquises. *Revue des Travaux Scientifiques* **11**: 782-783, 1890.
- . Biographies scientifiques. Brown-Séguard. *Revue Scientifique* **2** (série 4): 737-743, 1894.
- GRAY, Henry. *Anatomy of the human body*. 20 ed. Revista por Warren H. Lewis. Philadelphia: Lea & Febiger, 1918.¹⁴
- HILL, Leonard Erskine. The inheritance of acquired characters. *Nature* **50**: 617, 1894.
- KOEHLER, Peter J. Brown-Séguard's spinal epilepsy. *Medical History* **38**: 189-203, 1994.
- LAPORTE, Yves. Charles-Édouard Brown-Séguard. An eventful life and a significant contribution to the study of the nervous system. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Biologies* **329**: 363-368, 2006.

¹⁴ Uma versão eletrônica completa do livro de Gray está disponível em: <www.bartleby.com/107/>; <http://education.yahoo.com/reference/gray/>. Acesso em 31/08/2008.

- MARTINS, Roberto de Andrade. George John Romanes e a teoria da seleção fisiológica. *Episteme* **11** (24): 197-208, jul./dez. 2006.
- OLMSTED, James Montrose Duncan. *Charles-Édouard Brown-Séquard. A nineteenth century neurologist and endocrinologist*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1946.
- ROMANES, Ethel. *Life and letters of George John Romanes*. London: Longmans, Green, and Co, 1896.
- ROMANES, George John. *Darwin, and after Darwin. An exposition of the Darwinian theory and a discussion of post-Darwinian questions*. Vol. 2. Post-Darwinian questions: heredity and utility. 2 ed. Chicago: Open Court, 1897.
- ROYAL SOCIETY OF LONDON. *Catalogue of scientific papers (1800-1863)*. London: Her Majesty's Stationery Office, 1867-1872. 6 vols.
- STURTEVANT, Alfred H. Can specific mutations be induced by serological methods? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **30** (8): 176-178, 1944.
- TATTERSALL, Robert; TURNER, Benjamin. Brown-Séquard and his syndrome. *Lancet* **356**: 61-63, 2000.
- WALLACE, Alfred Russel. *Darwinism. An exposition of the theory of natural selection with some of its applications*. 2 ed. London: MacMillan, 1890.

As concepções de Alfred Russel Wallace acerca da cor e ornamentos dos animais e sua crítica à seleção sexual

Viviane Arruda do Carmo *

Resumo: O nome de Alfred Russel Wallace é sempre mencionado como sendo um dos autores da teoria da seleção natural, ao lado de Charles Darwin. No entanto, Wallace não concordava com Darwin em todos os pontos da teoria de evolução. Um dos pontos de discordância era sobre a seleção sexual. Durante sua carreira profissional, Wallace publicou vários estudos em que suas concepções acerca da seleção sexual foram ficando mais claras e abrangentes. Dentre esses estudos, estão aqueles relacionados à coloração e ornamentação dos animais. Inicialmente, Wallace aceitava a seleção sexual sob o aspecto da escolha do macho pela fêmea, como um fator preponderante na produção de características sexuais secundárias no macho relacionadas à beleza, armas de defesa, órgãos musicais, etc. Posteriormente, rejeitou essa explicação e atribuiu essas características à seleção natural. Para Wallace, muitas vezes, a coloração dos animais em diferentes espécies estava relacionada com a necessidade que eles tinham de se esconder dos inimigos ou de suas presas ou até mesmo para ser reconhecido por seu próprio tipo. Para ele, a expressão “seleção sexual” deveria ser restrita apenas aos resultados diretos da luta e combate entre os machos. O objetivo deste artigo é, a partir da análise de alguns estudos de Wallace acerca da cor e ornamentos dos animais publicados ao longo de sua carreira, indicar a sua visão em relação a esse assunto, e em quais evidências ele se baseava.

Palavras-chave: Wallace, Alfred Russel; Darwin, Charles; seleção sexual.

Wallace's views on the color and ornaments of animals and his criticism of sexual selection

Abstract: Alfred Russel Wallace's name is frequently associated to Charles Darwin's as being one of the authors of the theory of natural selection. However, Wallace did not entirely agree with some features of Darwin's theory of evolution. Such was the case of sexual selection. During his professional career Wal-

* Doutoranda da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Rua Andes, 763. São Paulo, SP. CEP: 08440-180. E-mail: arrudacarmo@ig.com.br

lace published several studies where his ideas on natural selection were becoming clearer and more inclusive. Such was the case of his studies related to the color and ornaments of animals. At first, he accepted that the male choice of the female was the most relevant factor concerning the production of the male secondary sexual characteristics related to the beauty, weapons of defense, musical organs, etc. However, later he rejected that explanation and associated the production of such characteristics to natural selection. According to Wallace, the color of animals in several species was related to the need to hide from enemies or preys or even to the need of being recognized by his own type. He also believed that the expression “sexual selection” should be restricted to the direct results of the combat between the males. The aim of this paper is to analyze Wallace’s views on the subject as well as the evidence in which they were grounded, through the analysis of some of his studies on the color and ornaments of animals.

Keywords: Wallace, Alfred Russel; Darwin, Charles; selection sexual.

1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos historiográficos admitem que Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913) deixaram importantes contribuições para a história da evolução orgânica. Alguns consideram que eles conceberam independentemente o princípio da seleção natural. Há ainda quem admita que suas teorias de evolução são bastante similares já que ambos comunicaram seus resultados em julho de 1858 à *Linnean Society* de Londres e publicaram-nos na revista dessa sociedade¹ (Carmo & Martins, 2008, p. 455).

Embora existam diversas semelhanças entre as idéias evolutivas de Darwin e Wallace, eles divergiram em relação à abrangência da seleção natural. De acordo com Malcolm Kottler, isso envolveu os seguintes aspectos: o papel da seleção natural na origem do homem; o cruzamento e esterilidade híbrida e o dimorfismo sexual (Kottler, 1980, p. 203).

No *Origin of species*, no capítulo em que tratou da seleção natural, Darwin introduziu brevemente a teoria da seleção sexual para explicar certas características dos animais que pareciam não serem explicadas pela seleção natural (Darwin [1875], 1952, p. 43). Doze

¹Darwin & Wallace, On the Tendency of Species to form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection.

anos depois, Darwin publicou *The descent of man and selection in relation to sex*, onde tratou a teoria da seleção sexual de forma mais aprofundada.

Em 1889, Wallace publicou a primeira edição de *Darwinism*. Já no prefácio dessa obra ele comentou: “Mesmo rejeitando aquela fase da seleção sexual que depende da escolha da fêmea, eu insisto na grande eficácia da seleção natural” (Wallace, 1890, p. viii; Carmo & Martins, 2006, p. 344).

Nessa obra, Wallace apresentou uma série de exemplos e argumentos para explicar a origem e uso das cores no reino animal. Em trabalhos anteriores, Wallace já havia tratado sobre esse assunto, embora algumas vezes com visões diferentes daquela adotada em *Darwinism*.

O objetivo deste artigo é, a partir da análise de alguns estudos de Wallace acerca da cor e ornamentos dos animais publicados ao longo de sua carreira, averiguar qual era a sua posição em relação a esse assunto, e em quais evidências ele se baseava.

2 AS CORES PROTETORAS DE RECONHECIMENTO E ADVERTÊNCIA

De acordo com Wallace, as cores produzidas nos animais eram o resultado altamente complexo da constituição química dos tecidos e fluidos neles contidos. Estavam sujeitas a muitas variações individuais, e foram modificadas de diversos modos para o benefício de cada espécie (Wallace, 1890, p. 298).

Wallace comentou que existia geralmente na natureza uma harmonia entre as cores dos animais e o ambiente onde eles viviam.

Em seus estudos, ele apresentou uma ampla variedade de exemplos onde as espécies possuíam cores semelhantes ao ambiente onde viviam: a raposa e o urso do ártico eram brancos; a maioria dos pássaros dos trópicos era verde; os animais de hábitos noturnos, como os morcegos, as corujas e os ratos apresentavam coloração escura. Em relação a esse fato, ele comentou:

A explicação óbvia para esse estilo de coloração é, que ela é protetora, servindo para dissimular as espécies herbívoras de seus inimigos, possibilitando aos animais carnívoros se aproximarem de suas presas sem serem percebidos. (Wallace, 1890, p. 190)

Em outros casos, entre alguns grupos de insetos e lagartas, segundo Wallace, ocorriam inúmeras adaptações especiais. Muitos animais, principalmente entre os representantes do gênero feminino adquiriam forma e cores semelhantes às estruturas vegetais, como a casca de árvores, os gravetos, as folhas, os ramos, as flores ou o musgo sobre os quais eles viviam. Outros, se assemelhavam a objetos inanimados, como rochas, pedregulhos ou esterco de aves, obtendo também, dessa maneira, proteção contra seus predadores (Wallace, 1866, p. 186; Wallace, 1867, pp. 7-8; Wallace, 1890, pp. 203-204).

Wallace descreveu outra possibilidade relacionada às cores e marcas dos animais: “as cores como meio de reconhecimento”. Segundo ele, essa era uma distinta categoria cuja finalidade principal estava relacionada à visibilidade em vez da dissimulação. Isso explicava as cores evidentes e marcas contrastantes de muitos animais herbívoros, alguns animais carnívoros e aves (Wallace, 1890, p. 217).

Para o naturalista britânico, essas cores e marcas eram vantajosas, pois possibilitavam aos animais, principalmente gregários, reconhecerem e serem reconhecidos por outros membros de seu grupo, evitando assim a dispersão deles, porque enquanto eles se mantinham juntos, estavam a salvo dos ataques dos predadores. Além disso, possibilitavam aos sexos reconhecerem o seu tipo, evitando os cruzamentos inférteis (Wallace, 1890, p. 217).

Por outro lado, Wallace comentou que existia na natureza uma outra categoria de cores cuja finalidade não estava relacionada nem com a dissimulação das espécies, nem com o reconhecimento entre elas. Ao contrário, essas cores foram desenvolvidas com o propósito de tornar as espécies evidentes aos olhos de seus predadores.

Para ele, a razão disso estava baseada no fato de que os animais que possuíam cores evidentes, normalmente eram dotados de armas de ataque como espinhos, ferrão, ou caninos que expeliam veneno. Outros possuíam odor e gosto tão desagradáveis para seus inimigos usuais, que eles nunca eram atacados quando essas características peculiares eram reconhecidas (Wallace, 1890, p. 232). Conforme Wallace, foi entre os insetos que essas cores chamadas de “advertência”, foram mais bem desenvolvidas e abundantes. Ele comentou:

Nós todos sabemos o quão bem marcadas e evidentes são as cores e formas do ferrão das vespas e abelhas, nenhum grupo em qualquer parte do mundo é tão protetoramente colorido como a maioria dos indefesos insetos. A maioria do grande grupo de *Malacoderms* entre os besouros, são desagradáveis para os animais comedores de insetos. (Wallace, 1890, p. 233)

Segundo o naturalista, os insetos não comestíveis eram bastante numerosos e os exemplos mais observáveis eram os das famílias das borboletas *Heliconidae*, *Danaidae*, e *Acraidae* (Wallace, 1890, p. 234).

Outra curiosa modificação das cores e forma externa dos animais, segundo Wallace, era aquela em que uma espécie assemelhava-se a outra com a qual não tinha parentesco próximo, o que tornava dificultoso distinguir uma da outra pela aparência externa (Wallace, 1890, p. 239; Fichman, 2004, p. 263).

De acordo com Wallace, foi William Bates (1825-1892)² quem primeiro observou, investigou e explicou este tipo de imitação³, chamando-a de “mimetismo” (Wallace, 1866, p. 186; Wallace, 1890, p. 240; Fichman, 2004, p. 263; Ferreira, 1990, p. 263).

De acordo com Fichman, Wallace estendeu essa idéia de Bates para incorporar dentro da estrutura evolucionária o fenômeno da

²Henry Bates foi um naturalista que se especializou em Entomologia e viajou juntamente com Wallace para a região amazônica com o objetivo de estudar a natureza e coletar espécimes para vender em Londres. Foi na Amazônia que Bates observou que as borboletas da espécie *Heliconiidae*, de cores brilhantes, possuíam odor e gosto desagradáveis aos pássaros insetívoros. Já as borboletas de uma família bem distinta, a *Pieridae*, que possuíam desenhos e cores bastante semelhantes as da *Heliconiidae* eram um alimento bastante agradável para esses pássaros. Dessa maneira, a família *Pieridae* (mímico) era protegida de seus predadores pelas *Heliconiidae* (o modelo). Para Bates, esse fenômeno era uma manifestação da seleção natural: “os agentes selecionadores eram os animais insetívoros, os quais gradualmente destruíam as variedades que não fossem suficientemente parecidas (com a espécie protegida) para enganá-los. Quanto mais próximo do modelo fosse a aparência do mímico, maior seria sua proteção. Conseqüentemente, os mímicos imperfeitos eram eliminados (Carmo, 2006, p. 25; Wallace, 1890, p. 256; Ferreira, 1990, p. 73).

³ Segundo Wallace, os termos “imitação” e “mimetismo” não implicavam ação voluntária por parte do imitador. Representariam um meio particular de semelhança, apenas na aparência externa e não na estrutura interna.

semelhança protetora entre os animais em geral (Fichman, 2004, p. 264).

Rápida multiplicação, ligeiras e incessantes variações, além da sobrevivência do mais adaptado eram as leis que, segundo Wallace, davam conta de explicar todos os fenômenos citados acima.

2.1 Cores e ornamentos característicos ao sexo

De acordo com Wallace, em vários grupos dos animais superiores e mais ativos, os machos diferem das fêmeas pela posse de armas de ataque ou de defesa e características ornamentais. Além disso, sempre que há diferenças de cores entre os sexos, os machos são ornamentados com uma maior variedade de cores. Para ele, isso ocorre principalmente entre as aves e os insetos: “nos moluscos os dois sexos, quando separados, são sempre parecidos na cor, e somente muito raramente apresentam ligeiras diferenças na forma da concha” (Wallace, 1866, p. 186; Wallace, 1890, p. 269; Carmo & Martins, 2006, p. 344).

Por outro lado, Wallace argumentou que no mesmo tempo que os machos adquiriam as mais ricas cores e adornos, a seleção natural trabalhava no sentido de prevenir a fêmea de adquirir essas mesmas cores, modificando suas cores em várias direções para assegurar proteção a elas, ora assimilando-as ao seu meio circundante, ora produzindo mimetismo em alguma forma protegida (Wallace, 1866, p. 186; Wallace, 1890, p. 273).

Wallace também relatou em seu ensaio “A theory of birds’ nests”, e, posteriormente, em *Darwinism*, que, no caso das aves, com poucas exceções, a diferença entre os sexos poderia ser explicada através da influência do modo de nidificação. Quando ambos os sexos são notavelmente coloridos, os ninhos são construídos de maneira a possibilitar que a ave fique escondida durante o período de incubação, enquanto que quando existe um notável contraste de cor, a do macho sendo mais evidente e a da fêmea, obscura, o ninho é aberto, expondo a ave (Wallace, 1868, p. 78; Wallace, 1890, p. 278; Darwin, 1871, p. 504).

Wallace explicou que quando aves do gênero feminino encubavam seus ovos em ninhos descobertos, elas e seus descendentes ficavam freqüentemente expostos ao ataque de seus inimigos e qualquer modificação de cores que as tornassem mais evidentes levaria à sua destruição e de seus descendentes. Ocorreria o con-

trário quando as variações que as tornassem menos evidentes, assemelhando-se àquela dos objetos circundantes, como a terra ou a folhagem, fossem preservadas, levando à obtenção de cores menos chamativas, como o marrom ou o verde, como é observado na maioria das aves do gênero feminino cujos ninhos são abertos (Wallace, 1868, p. 83).

De acordo com Darwin, foi Wallace quem primeiro chamou a atenção para a singular relação existente entre as cores menos brilhantes dos machos e sua participação nos deveres inerentes à incubação, chamando a atenção para o fato de que as cores obscuras teriam sido adquiridas como meio de proteção durante o período de permanência no ninho (Darwin, 1871, p. 517).

Em *Darwinism*, no capítulo em que tratou sobre este assunto, Wallace apresentou uma série de exemplos e argumentos para mostrar que as diferenças de cores e ornamentos entre os sexos dos animais estavam subordinadas e relacionadas com as três classes de coloração: protetora, de advertência e como meio de reconhecimento (Wallace, 1890, p. 269), às quais já nos referimos neste trabalho.

3 ALGUMAS CRÍTICAS DE WALLACE À TEORIA DA SELEÇÃO SEXUAL

No *Origin of species* e, posteriormente, no *The descent of man*, de forma mais detalhada, Darwin admitiu que a teoria da seleção sexual estava apoiada nos seguintes fatos:

1º) A luta entre os machos pela posse da fêmea levou ao desenvolvimento de “armas” de vários tipos, tornando-os mais capazes de lutarem e deixarem um número maior de descendentes que herdarão essa superioridade.

2º) A capacidade de escolha das fêmeas pelos machos que possuem características que mais lhe agradem ocasionou o aparecimento de modificações entre os animais do sexo masculino, tais como o desenvolvimento de órgãos musicais, ornamentos ou cores mais brilhantes e evidentes.

Após Darwin publicar a primeira edição do *The descent of man and selection in relation to sex*, Wallace publicou uma resenha, na qual fez algumas considerações a respeito da teoria da seleção sexual

contida nessa obra (“Darwin’s The descent of man and selection in relations to sex” (Wallace, 1871). Ele comentou:

A reputação do senhor Darwin já está tão em alta, que parece difícil adicionar algo a ela. No entanto, este trabalho indubitavelmente o fará então, e mostrará ser quase igualmente atrativo para os naturalistas e os leitores em geral. Os dois grandes volumes do *Domesticated animals and plants* causaram algum pequeno desapontamento para aquele que olhou para eles como uma leitura científica acessível; mas o presente trabalho não terá tal inconveniente. Ele está todo escrito com o estilo mais claro do autor, não está sobrecarregado com detalhes, abunda em curiosos fatos de agudo raciocínio e trata de dois grandes assuntos do mais alto interesse – a natureza e a origem do homem, e a esmagadora importância da influência sexual em moldar e embelezar o reino animal. (Wallace, 1871, p. 177)

Anteriormente, em outros trabalhos, Wallace já havia se manifestado sobre esse assunto.

De acordo com Kottler, em 1864, dois anos após seu retorno do Arquipélago Malaio, Wallace leu um artigo de sua autoria na *Linnean Society* of Londres sobre a variação e a distribuição geográfica da *Papilionidade* naquele arquipélago, que foi publicado em janeiro de 1866. O artigo em questão continha a discussão das diferenças de cores entre os sexos exibida por essas borboletas e iniciava-se com a seguinte observação de Wallace:

O fato dos dois sexos de uma espécie diferirem muito consideravelmente é tão comum, que isso chamou muita pouca atenção até que o Senhor Darwin mostrou como pode, em muitos casos, ser explicado pelo que ele chamou de seleção sexual. (Wallace, 1864, *apud* Kottler, 1980, p. 206)

Segundo Kottler, foi nesse artigo que Wallace fez suas primeiras críticas à teoria da seleção sexual (Kottler, 1980, p. 206).

Inicialmente, Wallace mostrou ser favorável às conclusões de Darwin de que a luta entre os machos pela posse das fêmeas era responsável pelo aparecimento das variadas armas de ataque e de defesa deles, como as esporas dos galos e os chifres do veado e do carneiro, por exemplo. Posteriormente, Wallace passou a interpretar este combate como sendo exatamente uma forma de seleção natural que aumentava o vigor e poder de luta dos animais ma-

chos, uma vez que, em cada caso, os mais fracos eram mortos ou feridos. Dessa forma, restringiu o termo seleção sexual somente aos resultados diretos da luta e combate entre os machos (Wallace, 1866, p. 186; Wallace, 1890, p. 282; Kottler, 1980, p. 203; Fichman, 2004, p. 263).

O argumento de Wallace baseou-se no fato de que, embora a luta entre os animais superiores do sexo masculino levasse os animais, especialmente os polígamos mais fortes ou melhor armados, a deixarem um número maior de descendentes que herdariam essas peculiaridades, muitos animais não armados, como por exemplo os esquilos, as lebres, as toupeiras, entre outros, mesmo sem possuir armas especiais, lutavam pela posse da fêmea (Wallace, 1890, p. 282).

Wallace admitiu que, além da aquisição de armas pelo macho com o propósito de lutar com outros machos pela posse da fêmea, existiam outras características que também poderiam ter sido produzidas pela seleção natural. Entre elas estavam os vários sons e odores que eram peculiares aos machos e que serviam para chamar a fêmea ou anunciar a sua presença (Wallace, 1890, p. 284).

Em relação à escolha da fêmea, inicialmente a posição de Wallace foi análoga à de Darwin:

Outro tipo de seleção sexual ocorre quando a beleza da cor ou do canto [do macho] atrai a fêmea e a conduz para a escolha de seu par favorito. Fatos observados demonstram que é isso mesmo que acontece e é somente essa hipótese que dá conta em explicar a beleza superior da cor e do canto dos machos em relação às fêmeas. Isto se aplica igualmente bem tanto para as espécies monogâmicas como para as poligâmicas, como exemplificado em nossas aves canoras e em lepidópteros diurnos. (Wallace, 1866, p.187)

Porém, nesse trabalho, Wallace afirmou acreditar que entre os insetos, especialmente entre as borboletas, outro princípio (a seleção natural) havia atuado na produção da diversidade entre os dois sexos. Ele explicou que a seleção natural atuou para tornar as fêmeas menos evidentes pela necessidade da preservação da raça: “Cores alegres serão geralmente prejudiciais e a inevitável ‘sobrevivência do mais adaptado’ impedirá seu desenvolvimento” (Wallace, 1866, p. 187).

Posteriormente, mesmo admitindo que as aves podiam manifestar sua preferência em relação à escolha de seus parceiros, Wallace enfatizou sua crescente convicção de que a seleção sexual era incompetente para dar conta da maioria das diferenças sexuais que Darwin havia documentado, incluindo aquelas que ocorriam devido à preferência das fêmeas por determinados tipos de machos (Wallace, 1871, p. 182; Fichman, 2004, p. 266). Argumentou que sucessivas gerações de aves escolhendo qualquer pequena variedade de cores que fosse apresentada por seus pretendentes, necessariamente, levariam a um resultado instável como um pintado ou malhado e não à beleza de cores e marcas definidas que existia entre as espécies (Wallace, 1871, p. 181).

Wallace enfatizou ainda que, embora Darwin tivesse defendido que as fêmeas preferiam os machos que fossem mais fortes, mais belamente coloridos e adornados, isso não ocorria em alguns casos. Por exemplo, era possível encontrar peixes do gênero feminino que formavam par com machos espancados, enfraquecidos ou sujeitos. Wallace acrescentou que, entre os insetos, não havia nenhuma evidência direta que relacionasse a cor à seleção sexual. Defendeu que as cores geralmente eram similares em ambos os sexos e as diferenças particulares que ocorriam entre elas eram determinadas pela maior ou menor necessidade de proteção (Wallace, 1871, pp. 181-182).

Em outros casos, segundo o naturalista, muitas partes do corpo dos machos haviam sido modificadas com a finalidade de capacitá-los a agarrar e assegurar a fêmea, impedindo assim que ela pudesse escolher entre outros machos aquele de sua preferência.

Em relação à diferenciação das características sexuais entre os humanos, Wallace também se posicionou contra a idéia de que a preferência por um traço ou outro tenha produzido toda a diversidade entre os sexos. Pois, para ele, a seleção exigiria que o mesmo gosto por determinada característica houvesse persistido na maioria dos representantes da raça durante um período de longa e desconhecida duração. Além disso, ele enfatizou que o próprio exemplo de Darwin mostrava que os membros de cada raça admiravam todos os traços de sua própria raça (Wallace, 1871, p. 179-180; Fichman, 2004, p. 266).

Podemos concluir que, nesse trabalho, Wallace não foi totalmente contra a seleção sexual. Ele apenas “minimizou” o seu papel no processo evolutivo:

Nós devemos admitir que a seleção sexual necessariamente produziria um efeito sobre o desenvolvimento de armas, órgãos musicais, ou ornamentos em um ou ambos sexos. Mas enquanto a seleção sexual vem fazendo assim o seu trabalho, a ação ainda mais poderosa da **seleção natural** não tem sido pendente, mas **tem também modificado um ou ambos os sexos de acordo com suas condições de vida.** (Wallace, 1871, p. 180; sem ênfase no original)

Wallace explicou que, quando um dos sexos era posto em perigo, a seleção natural interrompia a ação da seleção sexual atuando sobre este sexo. Isso explicava as cores discretas de muitas espécies do sexo feminino, sobre as quais tratamos anteriormente neste artigo. Darwin comentou a respeito do assunto:

O senhor Wallace acredita que as diferenças entre os sexos não se devem aos machos terem sido modificados, enquanto que as fêmeas, em todos ou quase todos casos, terem adquirido cores sombrias para a proteção. A mim me parece muito mais provável justamente o contrário, que os machos venham sendo modificados principalmente através da seleção sexual, enquanto que as fêmeas tenham sido relativamente pouco mudadas. (Darwin, 1871, p. 429)

De acordo com Kottler, as raízes da divergência entre Darwin e Wallace estavam na diferença de opinião quanto às leis da herança das variações e suas relações com a seleção natural. O próprio Darwin havia reconhecido isso em uma carta datada de setembro de 1868, dirigida a Wallace: “Eu penso que nós partimos de diferentes noções fundamentais de herança” (Kottler, 1980, p. 204; Carmo & Martins, 2006, p. 336).

Wallace argumentou que a maioria das variações que apareciam inicialmente em um sexo era herdada por ambos os sexos. Se necessário, no entanto, a seleção natural poderia converter tal herança em herança limitada ao sexo, produzindo dimorfismo sexual: “Considera-se que os caracteres presentes no macho são um avanço ou desenvolvimento mais elevado dos caracteres que

são comuns para a fêmea ou para o grupo” (Wallace, 1871, p. 184).

Para Darwin, a seleção natural não poderia converter herança em herança limitada ao sexo. Ele explicou que as armas para o combate, os órgãos para produção de sons, os ornamentos de diversos tipos, as cores brilhantes e vistosas, foram adquiridos pelos machos através da variação e da seleção sexual e transmitidos de várias maneiras, de acordo com as diversas leis de hereditariedade, sendo que as fêmeas (e jovens) foram relativamente pouco modificadas (Darwin, 1871, p. 530-531).

Em *Darwinism*, Wallace foi totalmente contra a idéia de a escolha provir da fêmea, mesmo admitindo que muitas fêmeas sentiam-se alegres ou ficavam excitadas quando os machos exibiam seus ornamentos como, por exemplo, as plumas decorativas (Wallace, 1871, p. 285).

Ele argumentou que a ação da seleção natural, embora não invalidasse de fato a existência da seleção dos ornamentos masculinos pela fêmea, tornava-a inteiramente ineficaz (Wallace, p. 1890, p. 295).

Conforme Wallace, o desenvolvimento das cores e ornamentos dos animais, mesmo aqueles relacionados com o dimorfismo sexual, eram amplamente de caráter protetor.

Para ele, durante o longo curso do desenvolvimento animal surgiram outros modos de proteção além da dissimulação pela harmonia das cores. Além disso, o desenvolvimento das cores devido às complexas mudanças químicas e estruturais nos organismos tem sido ininterrupto. Assim, as novas cores formadas foram modificadas pela seleção natural com o propósito de advertência, reconhecimento, mimetismo ou proteção especial (Wallace, 1890, p. 288).

4 A INTERPRETAÇÃO HISTORIOGRÁFICA

Alguns historiadores da ciência como Kottler, por exemplo, admitem que existe uma concepção errônea, que tem sido bastante difundida, segundo a qual Darwin teria sido a favor da seleção sexual, enquanto Wallace teria sido contra esse princípio, substituindo-o pelo da seleção natural. Segundo Kottler, as divergências

entre os dois naturalistas estavam relacionadas apenas às leis de herança (Kottler, 1980).

Em seu artigo “Darwin, Wallace, and the origin of sexual dimorphism” Kottler concluiu:

A questão fundamental que estava presente no debate entre Darwin e Wallace diz respeito às leis de herança das variações e a relação entre essas leis e a seleção natural. Wallace acreditava que a maioria das variações que apareciam inicialmente em um sexo eram herdadas por ambos os sexos. Se necessário, no entanto, a seleção natural poderia converter tal herança em herança limitada ao sexo, produzindo dimorfismo sexual. Darwin concordou. Mas, através de seu extensivo estudo da variação sobre a domesticação, Darwin reconheceu que algumas variações que apareciam inicialmente em um dos sexos foram herança limitada ao sexo. Uma vez que ele tinha concluído que a seleção natural não poderia converter herança em herança limitada ao sexo, Darwin utilizou somente sua teoria da seleção sexual e as leis de herança para dar conta do dimorfismo sexual. (Kottler, 1980, p. 225-226)

Por outro lado, Martin Fichman admitiu que Darwin e Wallace discordaram acerca de vários aspectos referentes à seleção sexual. O principal desacordo teórico entre eles começou precisamente com a recusa de Wallace em admitir que a escolha da fêmea era um agente evolucionário (Fichman, 2004).

Para Fichman, entretanto, esse desacordo emergiu mais claramente em relação ao canto das aves do gênero masculino. Darwin acreditava que as aves possuíam um senso estético mais acurado do que aquele apresentado pelos outros animais, com exceção do homem, e possuíam quase o mesmo gosto pela beleza que o apresentado pelos humanos. A habilidade para o canto era um poderoso meio utilizado pelos machos para chamar a atenção das fêmeas. Darwin argumentou que a habitual ou mesmo ocasional preferência das fêmeas pelas mais belas melodias dos machos, muito provavelmente, contribuiria para a sua modificação. Wallace não aceitava a explicação evolucionária do comportamento e das características físicas relacionadas ao senso de estética nos animais inferiores. A descontinuidade existente entre as mais altas faculda-

des humanas e os processos mentais dos demais representantes do reino animal se tornara um axioma para Wallace⁴ (Fichamn, 2004, p. 267).

No entanto, pudemos perceber em nossa pesquisa que realmente houve um desacordo entre Darwin e Wallace em relação às leis de herança. Mas, por outro lado, percebemos também que ao longo de seus trabalhos, e principalmente em *Darwinism*, Wallace apresentou uma série de argumentos para refutar a teoria da seleção sexual em favor da seleção natural.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa levou à conclusão de que, no decorrer de suas carreiras, Wallace e Darwin divergiram em relação à teoria da seleção sexual e às leis de herança.

Wallace, que inicialmente foi favorável à noção de que a aquisição das armas de defesa e ataque dos animais do sexo masculino foram sendo adquiridas ao longo do processo evolutivo devido à luta entre eles pela posse fêmea, restringiu o uso do termo seleção sexual aos resultados diretos do combate entre os machos.

Em relação à hipótese de Darwin da escolha pela fêmea, Wallace também não manteve sua posição inicial. Ele afirmou que a preferência da fêmea por um ou outro macho não era decorrente da aquisição pelos machos de ornamentos e cores variadas.

Para Wallace, o dimorfismo sexual poderia ser submetido à ação da seleção natural devido à necessidade de proteção e reconhecimento entre as espécies.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece à professora Lilian Al Chueyr Pereira Martins pelas críticas e sugestões dadas a este trabalho.

⁴ Para mais detalhes sobre a mudança de atitude de Wallace acerca das faculdades mentais do homem e dos animais ver Ferreira & Carmo, 2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMO, Viviane Arruda do. *Concepções evolutivas de Charles Darwin no Origin of Species e de Alfred Russel Wallace em Darwinism: um estudo comparativo*. São Paulo, 2006. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- CARMO, Viviane Arruda do; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. Pp. 335-350, *in*: PRESTES, Maria Eli-ce Brzezinski; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira e STEFANO, Waldir. *Filosofia e História da Biologia I*. São Paulo: Mack Pesquisa, 2006.
- . Algumas concepções evolutivas de Darwin no *Origin of Species* e de Wallace em *Darwinism*. Pp.455-461, *in*.: MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibele Celestino; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de Trabalhos do 5º Encontro*. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2008.
- DARWIN, Charles. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life*. [1875]. 6. ed. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952 (Great Books of the Western World 49).
- . *The descent of man and selection in relation to sex*. [1871]. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952 (Great Books of the Western World 49).
- DARWIN, Charles Robert; Wallace, Alfred Russel. On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. *Journal of the Linnean Society of London*, **3**: 45-62, 1858.
- FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo; CARMO, Viviane Arruda. Wallace e a origem do homem: suas concepções e as interpretações historiográficas. Pp. 227-244, *in*: MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira PRESTES, Maria Eli-ce Brzezinski; STEFANO, Waldir e MARTINS, Roberto de Andrade. *Filosofia e História da Biologia II*. São Paulo: Mack Pesquisa/Livraria da Física, 2007.
- FERREIRA, Ricardo. *Bates, Darwin, Wallace e a teoria da evolução*. Brasília: Universidade de Brasília, 1990.

- FICHMAN, Martin. *An elusive Victorian*. Chicago: Chicago University Press, 2004.
- KOTTLER, Malcolm Jay. Darwin, Wallace, and the origin of sexual dimorphism. *Isis* **124** (3): 203-226, 1980.
- WALLACE, Alfred Russel. On reversed sexual characters in a butterfly, and its interpretation on the theory of modification and adaptative mimicry. *Reports of the British Association for the Advancements of Science* **36**: 186-187, 1866.
- . Mimicry, and other protective resemblances among animals. *Westminster Review* **1**: 1-43, 1867.
- . Theory of birds' nests: showing the relation of certain sexual differences of colour in birds to their mode of nidification. *Journal of Travel and Natural History* **1** (2): 73- 89, 1868.
- . Darwin's "The descent of man and selection in relation to sex". *The Academy* **2**: 177-183, 1871.
- . *Darwinism. An exposition of theory of natural selection with some of its applications*. 2nd. ed. London: Macmillan and Co., 1890.

Os estudos matemáticos de Herbert Spencer Jennings e Raymond Pearl sobre herança mendeliana em populações (1912-1917)

Waldir Stefano *

Resumo: Este trabalho descreve e analisa algumas das contribuições de Herbert Spencer Jennings (1868-1947) e Raymond Pearl (1879-1940) sobre genética de populações. Ambos aceitavam a genética mendeliana e procuraram analisar matematicamente como seriam as mudanças genotípicas em uma população submetida a endocruzamento, com o passar do tempo. Um dos objetivos desses estudos era determinar até que ponto uma população tende a se tornar pura (homozigótica) ou não, de acordo com diferentes hipóteses. Publicaram vários trabalhos sobre o assunto, entre 1912 e 1917, que tiveram alguma repercussão e que estimularam o trabalho de outros pesquisadores na mesma linha de pesquisa teórica. Esses trabalhos não são mencionados em algumas obras sobre história da genética, como as de Sturtevant e Mayr. São citados, mas apresentados como desprovidos de importância por Provine. Pode-se dizer que as pesquisas teóricas de Jennings e Pearl representaram passos relevantes no estudo de genética mendeliana de populações. Eles estabeleceram questões e esboços de respostas para grandes problemas da genética de populações que foram desenvolvidos por autores posteriores.

Palavras-chave: história da genética de populações; Jennings, Herbert Spencer; Pearl, Raymond

The mathematical studies of Herbert Spencer Jennings and Raymond Pearl about Mendelian inheritance in populations (1912-1917)

Abstract: This paper describes and analyzes some of the contributions of Herbert Spencer Jennings (1868-1947) and Raymond Pearl (1879-1940) on population genetics. Both accepted Mendelian genetics and tried to analyze mathemati-

* Professor da Universidade Presbiteriana Mackenzie; Universidade Cruzeiro do Sul; Doutorando do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Rua Professor Pedreira de Freitas, 1485, CEP: 03312-052, São Paulo, SP. E-mail: stefano@mackenzie.br

cally the genotypic changes that would happen in a population submitted to inbreeding. One of the goals of these studies was to determine the extent to which a population tends to become pure (homozygous) or otherwise with the passage of time, according to different assumptions. They published several papers on the subject, between 1912 and 1917, that produced some response and that stimulated the work of other researchers in the same line of theoretical research. Their papers are not mentioned in some works on the history of genetics, such as those of Sturtevant and Mayr. They are cited, but presented as devoid of importance, by Provine. We can say that the theoretical research of Jennings and Pearl were relevant steps in the study of population genetics of Mendelian inheritance. They established relevant questions and provided preliminary answers to some major problems of population genetics that were developed by later authors.

Keywords: history of population genetics; Jennings, Herbert Spencer; Pearl, Raymond

1 INTRODUÇÃO

Depois da publicação do livro *Origin of species* (1859) de Charles Darwin (1809-1882), muitos investigadores acreditavam que a seleção natural não era suficiente para produzir uma diversidade nas espécies (Plutinsky, 2002, p. 1). As concepções de Darwin sobre hereditariedade foram criticadas, e no início do século XX a teoria mendeliana começou a se firmar e influenciar as discussões sobre evolução. Gregor Mendel (1822-1884), em seus estudos experimentais de ervilhas do gênero *Pisum*, concluiu a existência de elementos celulares encontrados nos gametas responsáveis pela transmissão das características hereditárias que não se misturavam (Martins, 2002, pp. 29-36). Se todas as características hereditárias se comportassem assim, como poderiam ocorrer as variações graduais exigidas pela teoria de Darwin?

William Bateson (1861-1926) e Thomas Hunt Morgan (1866-1945), por exemplo, no começo do século XX já trabalhavam com cruzamentos experimentais envolvendo vegetais e animais, procurando verificar se os princípios que Mendel tinha encontrado em ervilhas se aplicavam a outros organismos. Bateson, baseando-se nos resultados dos seus experimentos reforçou a idéia da descontinuidade das variações e minimizou o papel da seleção natural no processo evolutivo, priorizando o papel da evolução saltacional (Martins, 1999, pp. 83-84). Morgan considerava que a seleção natural sozinha, não poderia dar conta da formação de novas espécies (Plutinsky, 2002, p. 17).

O estudo sobre evolução requeria mais do que simplesmente a união dos conhecimentos mendelianos e darvinistas: era necessária uma exploração matemática das conseqüências hereditárias, estudando o que ocorreria à medida que as várias gerações fossem se sucedendo e transformando. Foi neste cenário envolvendo os estudos matemáticos que se desenvolveu a genética de populações (Provine, 2001, pp. 130-131).

Herbert Spencer Jennings (1868-1947) e seu antigo estudante Raymond Pearl (1879-1940) tinham forte interesse pela teoria da evolução e tentaram esclarecer seu funcionamento através de estudos experimentais. Realizaram pesquisas de seleção utilizando paramécios e galinhas, respectivamente. Em torno de 1910 convenceram-se que o processo de seleção não produzia mudanças significativas nas características das populações estudadas, o que interpretaram como uma corroboração das idéias de Wilhelm Johannsen (1857-1927) sobre linhagens puras¹.

Ambos aceitavam a genética mendeliana e posteriormente procuraram analisar matematicamente como seriam as mudanças genotípicas em uma população submetida ao endocruzamento, com o passar do tempo. Um dos objetivos desses estudos era determinar até que ponto uma população tende a se tornar pura (homozigótica) ou não com o passar do tempo, de acordo com diferentes hipóteses. Publicaram vários trabalhos sobre o assunto, entre 1912 e 1917, que tiveram alguma repercussão e que estimularam o trabalho de outros pesquisadores na mesma linha de pesquisa teórica como E. N. Wentworth, B. L. Remick, Rainard B. Robbins e Howard Warren (Provine, 2001, p. 105). O presente artigo apresentará uma descrição desses trabalhos comentando também sobre alguns desdobramentos posteriores.

¹ O que caracterizava uma *linhagem pura* era que todos os indivíduos que a constituíam representavam um mesmo “tipo”, transmitido sempre as mesmas potencialidades hereditárias a seus descendentes. Johannsen introduziu em 1909 os termos “genótipo” – que seria o “tipo hereditário” ou “tipo genético”, representando, portanto a constituição hereditária de um indivíduo ou grupo – e “fenótipo” – que representava a característica externa observável do organismo individual (Martins, 1997, cap. 4, pp. 4.86-4.87; Wanscher, 1975; Churchill, 1974).

2 HERBERT SPENCER JENNINGS

O nome de Herbert Spencer Jennings (1868-1947) é geralmente associado à genética mendeliana e à eugenia. No início de sua carreira, ele se dedicou ao estudo da hereditariedade, variação e evolução em protozoários, publicando uma série de trabalhos a esse respeito (ver Stefano & Martins, 2006).

Jennings estudou em *Illinois Normal* (atualmente *Illinois State University*). Iniciou sua carreira como professor assistente de botânica e horticultura no *Agricultural and Mechanical College* do Texas em 1889. Em 1896 doutorou-se com o trabalho sobre morfogênese dos rotíferos². No mesmo período (1896-1897) trabalhou com Max Verworn (1863-1921) investigando aspectos comportamentais de protozoários. Em 1907 lecionou Zoologia Experimental na *Johns Hopkins University* sendo notado pela sua dedicação à pesquisa (Schneirla, 1947, pp. 447-448).

Em 1904, Jennings apresentou os resultados de uma série de experimentos com “organismos inferiores” tais como: reações ao calor e frio nos infusórios ciliados, reações à luz em ciliados e flagelados, reações a vários estímulos em rotíferos, fazendo uma comparação com trabalhos de outros pesquisadores em relação ao que com o que ocorria em metazoários (Jennings, 1904, pp. 112-127).

Jennings estudou o comportamento de invertebrados inferiores e formas unicelulares, e suas pesquisas resultaram na publicação de uma obra sobre o comportamento de organismos inferiores: *Behavior of the lower organisms*, abordando o estudo sobre as reações individuais dos organismos, além de questões sobre evolução³. Ao longo de sua carreira deixou contribuições em várias áreas da ciência como hereditariedade e psicologia, como suas propostas de estudo experimental do comportamento animal (Schneirla, 1947, pp. 448- 510).

² Rotíferos são organismos portadores de cílios na região anterior, pequenos, raramente atingem o tamanho macroscópico. Morfologicamente se assemelham aos protozoários ciliados.

³ Essa obra influenciou vários pesquisadores até a década de 1960 (Schloegel & Schmidgen, 2002, p. 617).

Seus primeiros trabalhos sobre protozoários⁴ foram principalmente descritivos, porém, posteriormente Jennings se voltou para a análise de questões de fisiologia e adaptação, sendo que finalmente preocupou-se com variação e reprodução, trazendo dessa forma sua contribuição mais relevante à genética e ao processo de evolução (Schloegel & Schmidgen, 2002, p. 617; Jennings, 1908b, p. 394).

Em boa parte de seus trabalhos, ao investigar de que forma a seleção natural agiria nos organismos, Jennings buscou determinar se a seleção agiria por grandes saltos ou de forma lenta e gradativa. Como os organismos possuem algumas combinações de estruturas altamente complexas necessárias para sua vida, uma grande questão era como poderiam persistir essas combinações complexas⁵ (Jennings, 1908a, pp. 581-582).

3 RAYMOND PEARL

Raymond Pearl (1879-1940) nasceu em Farmington, New Hampshire, exerceu o cargo de professor de biologia na Escola Médica de Higiene e Saúde Pública da Universidade de Johns Hopkins. Em 1899 Pearl se transferiu para a Universidade de Michigan trabalhando como assistente em zoologia obtendo seu o grau de Doutor em Filosofia em 1902 (seu trabalho versava sobre as reações e comportamento em planárias). Entre 1905 a 1906 desenvolveu trabalhos com Karl Pearson na Universidade de Londres aplicando estudos estatísticos em estudos utilizando protozoários (Jennings, 1942, p. 295).

⁴ Pesquisador pioneiro ao utilizar organismos como protozoários para estudar seu comportamento e hereditariedade (Crow, 1987, pp. 389-390).

⁵ Davenport, por exemplo, atribuía a fatores internos o processo de evolução e se apoiava em evidências da embriologia, paleontologia em cruzamentos experimentais, nos processos de evolução inorgânica com os processos de radiação. Para ele uma característica não seria a unidade última de evolução, mas um produto de tal unidade, uma característica qualquer seria resultado da constituição do plasma germinativo (Davenport, 1912, p. 130-131; Davenport, 1916, pp. 452-460).

Seus estudos com a biometria tornaram-se o foco de seu interesse. Pearl contribuiu com vários periódicos como: *Biometrika*, *Metron*, *Journal of the Royal Statistical Society*, *Medicine*, *American Medicine*, *Review of Tuberculosis*, *Farm and Home*, *American Veterinary Review*, *Eugenics Review*, *Popular Science*, *Annals of Botany*, *Bulletin of the American Mathematical Society*, *Ecology*, *School and Society* e outros. Nos seus trabalhos abordou diversos assuntos como aspectos da biologia dos protozoários, variações em *Drosophila*, trabalhos técnicos de laboratório, doenças como gripe, pneumonia, tuberculose e câncer, biologia do homem, efeito do álcool e tabaco, e eugenia (Jennings, 1942, pp. 297-302).

Em 1907, Pearl ocupou o cargo de chefe do departamento de Biologia da Estação Experimental de Agricultura, lá permanecendo até 1918. Durante esse período contribuiu com a genética e biologia de animais domésticos. Em 1918 Pearl tornou-se professor de biometria e estatística vital na Escola de Higiene e Saúde Pública da Universidade de Johns Hopkins permanecendo aí até o final da sua vida. Com a sua transferência para Johns Hopkins centralizou seus interesses na biologia humana. Embora preocupado com esse tema, Pearl utilizou vários experimentos com *Drosophila* com relação ao estudo sobre a vida, herança, mortalidade e crescimento da população (Jennings, 1942, pp. 297-302).

Entre 1925 e 1930 Pearl dirigiu o Instituto para Pesquisa Biológica, ligado ao Instituto Rockefeller sendo que nesse período editou os periódicos: *Quarterly Review of Biology* e *Human Biology*. Pearl foi também presidente das Sociedades Americanas de Zoológicos e de Naturalistas, Associações Americanas de Estatística, de Antropologia Física e da União Internacional para Investigações Científicas de Problemas de População entre 1928-1930 (Jennings, 1942, pp. 305-309).

Em relação ao estudo da hereditariedade, Raymond Pearl publicou diversos trabalhos discutindo resultados obtidos através de cruzamentos de sucessivas gerações, testando cruzamentos envolvendo endocruzamentos, autofertilização e outros (Pearl, 1913, pp. 604-607).

Da mesma forma que Jennings direcionava sua atenção ao processo de seleção natural como ferramenta da evolução, Pearl se questionava se o processo de seleção causaria mudança evolutiva (Pearl, 1917, pp. 66-69).

4 OS TRABALHOS DE JENNINGS E PEARL

Passaremos agora a descrever alguns dos trabalhos desenvolvidos por Jennings e Pearl no período compreendido entre 1912 e 1917, bem como alguns de seus desdobramentos posteriores com ênfase nos modelos matemáticos adotados pelos autores.

Partindo da genética mendeliana, Jennings e Pearl procuraram analisar matematicamente como seriam, com o passar do tempo, as mudanças genotípicas em uma população submetida a endocruzamento para determinar até que ponto uma população tende a se tornar pura (homozigótica) ou não, de acordo com diferentes hipóteses.

Os trabalhos de Pearl fizeram parte de uma série de artigos que tratavam da constituição da população mendeliana, tratando de cruzamentos, por exemplo, entre irmãos e irmãs, sendo que os resultados trariam a tona uma fórmula geral capaz de nos dizer a constituição de uma geração n qualquer (Pearl, 1914b, pp. 491-494).

Já em 1913, Pearl tentou analisar o que ocorreria com uma população que resultasse do cruzamento de duas linhagens puras, AA x aa, havendo depois endocruzamento. Em seu artigo, discutiu os resultados de cruzamentos com plantas obtidos por pesquisadores em que estes afirmavam que o endocruzamento tenderia em plantas isolar homozigotos⁶ que perderiam seu vigor por causa da diminuição de heterozigosidade. Entretanto, para Pearl, o que aconteceria com as plantas seria um tipo de endocruzamento, a auto-fertilização; isso não aconteceria em outras formas de endocruzamento, e somente ter-se-ia um aumento nos homozigotos caso acontecesse uma contínua seleção dos gametas, em caso contrário ter-se-ia a mesma proporção (Pearl, 1913, pp. 604-607).

Pearl definiu o que seria endocruzamento:

⁶ Homozigoto é a condição em que encontramos um par de genes iguais, situados em uma mesma região (locus gênico) no par de cromossomos (par de cromossomos homólogos), ou seja, representando o gene em questão pela letra "a", teríamos duas combinações possíveis que satisfariam essa condição: AA e aa, ou seja, o indivíduo teria dois genes dominantes no seu par de cromossomos homólogos ou dois genes recessivos respectivamente.

O indivíduo endocruzado possui menos ancestrais diferentes em alguma geração particular ou gerações do que o número máximo possível para aquela geração ou gerações (Pearl, 1913, p. 579).

Caso um indivíduo não apresentasse nenhum relacionamento colateral com outros indivíduos em uma família, o número de diferentes indivíduos em gerações ancestrais sucessivas seria representado da seguinte forma: $x \leftrightarrow (1) 2 \leftrightarrow (2) 4 \leftrightarrow (3) 8 \leftrightarrow (4) 16 \leftrightarrow (5) 32 \leftrightarrow (n) 2^n$, onde o número entre parênteses significa o número de gerações ancestrais. Por exemplo: 1, seria igual aos pais, 2 aos avós e assim por diante. Os outros números representam o número máximo de diferentes ancestrais na geração indicada (Pearl, 1913, p. 580).

De acordo com a genética mendeliana, o cruzamento de indivíduos AA e aa, formaria uma geração com 100% heterozigoto com genótipo Aa, e após serem endocruzados formariam uma segunda geração de híbridos com a proporção de genótipos: AA + 2 Aa + aa, sendo que teríamos 50% de heterozigotos (híbridos), como é bem conhecido. Pearl concluiu que 50% dos descendentes seriam sempre heterozigotos (Pearl, 1913, pp. 607-613).

As representações gráficas de cruzamentos, que já eram utilizadas na época, permitem acompanhar o raciocínio. O cruzamento AA x aa, produziria o seguinte resultado:

	A	A
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

E agora ao se cruzar Aa x Aa, obtemos 50% de híbridos Aa, 25% de homozigotos AA e 25% de homozigotos aa:

	A	a
A	AA	Aa
A	Aa	aa

Na terceira geração, ou seja, em F3, temos também 50% de híbridos e 25% de cada tipo de homozigoto, como se pode ver por esta tabela:

	AA		Aa		Aa		aa	
AA								
	AA							
Aa								
	Aa							
Aa								
	Aa							
aa								
	Aa							

Aparentemente, as outras gerações também teriam 50% de híbridos Aa, 25% de homocigotos AA e 25% de homocigotos aa. Portanto, parecia que a conclusão de Pearl estava correta.

De fato, a proporção de heterocigotos permaneceria constante (50%) se todos os descendentes se cruzassem entre si. No entanto, a hipótese de endocruzamento significa que os irmãos são cruzados entre si, e isso significa que há sucessivas famílias que são isoladas e não se cruzam com as outras.

Ao analisar as gerações sucessivas, obtém-se um resultado bem mais complicado, que veremos adiante.

Foi Harold Fish, um estudante de pós-graduação de William Castle, quem primeiro percebeu que Pearl estava errado e apresentou resultados corretos (Fish, 1914, p. 761). Porém, outras pessoas também perceberam o erro: Jennings, Detlefsen e Whiting, independentemente, em 1914, apontaram educadamente o erro de Pearl.

Interessante notar que Pearl já havia chamado a atenção em seu artigo de 1913 sobre a possibilidade de imprecisão nos estudos sobre cruzamentos. Esta não seria devido a algum defeito no material herdado, mas sim a maneira que se conduziram os cruzamentos (Pearl, 1913, p. 578).

Em seu outro artigo de 1914, Pearl também discutiu os resultados de cruzamentos consanguíneos em uma população mendeliana (Pearl, 1914a, pp. 57-62).

Jennings em seu artigo de 1914 apresentou um estudo referente aos resultados de reprodução com autofertilização porque aparecem fórmulas que se aplicariam em diversos tipos de cruzamentos a partir de uma autofertilização continuada, com o objetivo de

responder que proporção de indivíduos seriam homozigotos para uma determinada característica depois de um número de gerações (Jennings, 1914, pp. 693-696).

O artigo discutiu os resultados de Raymond Pearl,⁷ apontando o erro. Jennings se interessou em determinar qual fórmula expressaria a proporção de homozigotos para uma determinada característica e a proporção média de caracteres de um determinado indivíduo que seria homozigoto depois de um número de gerações continuamente cruzadas com o tipo de cruzamento mencionado. Além de corrigir os resultados do trabalho de Pearl, Jennings pela primeira vez chegou à fórmula correta para o número de heterozigotos em cada geração, que segue a seqüência de Fibonacci: 1/1, 1/2, 2/4, 3/8, 5/16, 8/32, e assim sucessivamente (Jennings, 1914, pp. 693-696). Alertado de que havia se enganado, Pearl conseguiu analisar corretamente a variação de homozigotos na população (Pearl, 1914a, pp. 57-62).

Pearl supôs uma população inicial F1 em que todos os indivíduos seriam Aa, então, a proporção inicial de homozigotos seria de 0%. Na segunda geração, o cruzamento do tipo Aa x Aa produziria uma família com a constituição: 8 AA + 8 Aa + 8 aA + 8 aa, com proporção de 50% de homozigotos do total da população (Pearl, 1914a, p. 58). Na terceira geração teríamos a seguinte constituição na população: 128 AA + 128 Aa + 128 aA + 128 aa, ou seja 50% de homozigotos no total da população (Pearl, 1914a, p. 59).

Para a quarta geração, Pearl deu as proporções: 2560 AA + 1536 Aa + 1536 aA + 2560 aa, sendo portanto de 62,5% de homozigotos no total da população; na quinta geração teríamos: 44736 AA + 20480 Aa + 20480 aA + 44736 aa numa porcentagem de 68,75% de homozigotos no total da população (Pearl, 1914a, pp. 60-61).

Na sexta geração teríamos: 786432 AA + 262144 Aa + 262144 aA + 786432 aa, numa porcentagem de 75% de homozigotos, sendo que teríamos seguindo o mesmo raciocínio, 79,69% de homozigotos na sétima geração, 83,59% na oitava geração,

⁷ Jennings se referiu a vários artigos: Pearl, 1913; Pearl, 1914a; Pearl, 1914b.

86,72% na nona geração e 89,26% de homocigotos na décima geração (Pearl, 1914a, pp. 60-61). Portanto, os heterocigotos tendem a desaparecer, quando ocorre endocruzamento.

Vamos mostrar a seguir o modo pelo qual ele e Jennings desenvolveram essa análise. O ponto principal é analisar as diversas famílias que vão se formar e separar.

Inicialmente, como já vimos, temos uma geração homogênea, em que todos os indivíduos têm genótipo Aa. A geração seguinte, F2, formada pelo cruzamento dos “irmãos” de tipo Aa, é representada por uma única família, do tipo AA + 2Aa + aa (ou, para facilitar a representação gráfica, AA + Aa + Aa + aa). Agora, quando consideramos o cruzamento de cada um desses quatro genótipos (contando Aa duas vezes) com cada um dos outros, temos 16 possibilidades, cada uma delas sendo uma família; e pela constituição dessas 16 famílias, podemos ver que há 6 tipos diferentes, conforme mostrado no quadro a seguir.

	AA	Aa	Aa	aa
AA	Família 1	Família 2	Família 3	Família 4
Aa	Família 5	Família 6	Família 7	Família 8
Aa	Família 9	Família 10	Família 11	Família 12
aa	Família 13	Família 14	Família 15	Família 16

No quadro acima, cada um dos quadrados da parte central representa uma nova família, resultante do cruzamento dos seguintes genótipos.

- AA x AA = Família 1
- AA x Aa = Famílias 2, 3, 5, 6
- aa x AA = Famílias 4, 13
- Aa x Aa = Famílias 5, 6, 10, 11
- aa x Aa = Famílias 8, 12, 14, 15
- aa x aa = Família 16

Podemos ver, pelo quadro mostrado mais abaixo, que os seis tipos de famílias têm a seguinte composição:

- AA x AA = Família 1 = 4 (AA)
- AA x Aa = Famílias 2, 3, 5, 6 = 2 (AA + Aa)
- aa x AA = Famílias 4, 13 = 4 (Aa)
- Aa x Aa = Famílias 5, 6, 10, 11 = (AA + 2Aa + aa)
- aa x Aa = Famílias 8, 12, 14, 15 = 2(Aa + aa)
- aa x aa = Família 16 = 4(aa)

As composições genóticas das diferentes famílias podem ser vistas no quadro abaixo.

	AA		Aa		Aa		aa	
AA								
	AA							
Aa								
	Aa							
Aa								
	Aa							
aa								
	Aa							

Examinando o quadro acima, vemos que em F3 temos a seguinte distribuição desses seis tipos de famílias: 1(AA), 4(AA+Aa), 2(Aa), 4(AA+2Aa+aa), 4(Aa+aa), 1(aa).

Em F3, a proporção de heterozigotos ainda é de 50%.

Agora, é preciso analisar todos os resultados de endocruzamentos, para cada um dos 6 tipos de família. Podemos utilizar um

quadro semelhante ao anterior, embora agora estejamos pensando sobre F4, e não sobre F3.

No endocruzamento da família de tipo AA, todos os descendentes são também AA; e ocorre a mesma coisa para endocruzamento de aa: todos os descendentes são iguais, do tipo aa.

	AA		Aa		Aa		aa	
AA	AA	AA						
	AA	AA						
Aa								
Aa								
aa							aa	aa
							aa	aa

O endocruzamento de uma família (AA+Aa) produz 4 famílias de 3 tipos diferentes: uma de tipo AA, duas de tipo (AA+Aa) e uma do tipo (AA+2Aa+aa).

	AA		Aa		Aa		aa	
AA	AA	AA	AA	Aa				
	AA	AA	AA	Aa				
Aa	AA	AA	AA	Aa				
	Aa	Aa	Aa	aa				
Aa								
aa								

Analisando-se de forma semelhante todos os cruzamentos possíveis de todas as famílias de F3 e supondo que cada família de F3 produz 16 famílias em F4, obtemos de F3 para F4 a seguinte mudança de composição da população:

$$\begin{aligned}
1 \text{ AA} &\rightarrow 16 \text{ (AA)} \\
4 \text{ (AA + Aa)} &\rightarrow 16x [1 \text{ (AA)} + 2 \text{ (AA + Aa)} + 1 \text{ (AA + 2Aa + aa)}] \\
2 \text{ Aa} &\rightarrow 2x16 \text{ (AA + 2Aa + aa)} \\
4 \text{ (AA + 2Aa + aa)} &\rightarrow 4x[1 \text{ (AA)} + 4 \text{ (AA + Aa)} + 2 \text{ (Aa)} + 4 \text{ (AA + 2Aa + aa)} + 4 \text{ (Aa + aa)} + 1 \text{ (aa)}] \\
4 \text{ (Aa + aa)} &\rightarrow 16x[1 \text{ (aa)} + 2 \text{ (Aa + aa)} + 1 \text{ (AA + 2A + aa)}] \\
1 \text{ aa} &\rightarrow 16 \text{ (aa)}
\end{aligned}$$

Fazendo a contagem do número de famílias de cada tipo, em F4, vemos que de F3 para F4 teríamos uma mudança da proporção das diversas famílias:

Tipo de família:	F3	F4
AA	1	36
AA + Aa	4	48
Aa	2	8
AA + 2Aa + aa	4	80
Aa + aa	4	48
aa	1	36

Além disso, a proporção de homozigotos e heterozigotos também muda:

	F3	F4
AA	4	80
Aa	8 (50%)	96 (37,5%)
aa	4	80

Depois de analisar a situação detalhadamente, tanto Pearl quanto Jennings, separadamente, conseguiram produzir fórmulas gerais que representavam as porcentagens das famílias de cada tipo, e de homozigotos e heterozigotos.

Um resultado simples é a proporção decrescente de heterozigotos: 0, 1/1, 1/2, 2/4, 3/8, 5/16, 8/32, ... onde os numeradores das frações seguem a “seqüência de Finabonacci”.

O resultado obtido não é óbvio (e, como vimos Pearl havia errado). É um resultado importante, porque mostra que um detalhe “inocente” (endocruzamento) muda completamente o resultado, na análise de distribuição de genes na população.

Este foi um primeiro caso de análise de genética de populações que eles abordaram, posteriormente, Jennings pesquisou casos mais complexos, obtendo resultados até hoje considerados corretos. O método de análise utilizado, no entanto, foi bastante complexo, como o que foi mostrado.

Em vários dos seus artigos, Jennings apresentou fórmulas para o cálculo das proporções genotípicas dos indivíduos frente a vários tipos de cruzamentos, preocupando-se em saber se eles estavam continuamente sujeitos à mudanças evolucionárias como se esperaria (Jennings, 1916, pp. 53-54).

Jennings estudou casos progressivamente mais complicados, supondo a existência de algum grau de seleção, ou de reprodução seletiva. Também introduziu o estudo de casos com duas características mendelianas independentes. Jennings procurou argumentar que haveria uma base mendeliana para a evolução através de acúmulos por seleção de pequenas gradações (Jennings, 1917a, pp. 301-306).

Em seu extenso artigo de 1917, Jennings analisou o comportamento de dois *loci*, ligados ou não (independentes) no que dizia respeito à construção de uma fórmula considerando cruzamentos ao acaso; seleção com respeito a um simples carácter seja ele dominante ou recessivo; cruzamento ao acaso com respeito a um carácter e autofertilização de caracteres ligados ao sexo não foram consideradas (Jennings, 1917b, pp. 97-100).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esses trabalhos de Pearl e Jennings são pouco estudados pelos historiadores da biologia e não são mencionados, por exemplo, por Alfred Sturtevant em seu livro *A history of genetics*, nem por Ernest Mayr em *The growth of biological thought*. Sturtevant, em seu livro sobre a história da genética, dedicou um capítulo à genética de populações e evolução, em que aparece a participação de pesquisadores como Castle, Hardy, Weinberg, Pearson e outros, entretanto não menciona R. Pearl e nem H. S. Jennings (Sturtevant,

2001, pp. 107-116). Leslie Dunn (1991), quando discutiu o surgimento da genética de populações em seu livro sobre história da genética, descreveu principalmente as participações dos trabalhos de Karl Pearson, William E. Castle, Sewal Wright e outros, dedicando pouco espaço em relação às contribuições de Jennings e Pearl (Dunn, 1991, pp. 116-127).

Em seu livro *The origins of theoretical population genetics*, William Provine menciona esses estudos, mas os apresenta como problemáticos, excessivamente complexos e tendo levado a um “impasse” em 1918. Descreve o trabalho de Sewall Wright, a partir de 1919, como utilizando um método totalmente diferente e abandonando a abordagem de Jennings e Pearl. Além disso, desqualifica esses trabalhos, indicando que os trabalhos de Reginald C. Punnett e de Harry T. J. Norton já haviam levado a resultados mais importantes, e que estes teriam sido a base para os desenvolvimentos futuros (Provine, 2001, pp. 136-137).

Embora seja possível concordar com Provine que os trabalhos de Sewall Wright introduzem novos métodos matemáticos, deve-se mencionar que Wright citava freqüentemente, sem criticar, os trabalhos de Pearl e Jennings (ver, por exemplo, Wright 1922). Não se pode, portanto, considerar essas contribuições anteriores como um grande fracasso, como Provine sugere, uma vez que eles estabeleceram questões e respostas preliminares para grandes problemas da genética de populações desenvolvidos por outros autores posteriormente. Assim, apesar da avaliação negativa de Provine, considera-se relevante estudar os trabalhos pioneiros de Jennings e Pearl uma vez que eles também formaram seguidores sobre genética de populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHURCHILL, Frederick B. William Johannsen and the genotype concept. *Journal of the History of Biology* **7**: 5-30, 1974.
- CROW, James F. Seventy years ago in *Genetics*: H. S. Jennings and inbreeding theory. *Genetics* **115**: 389-391, 1987.
- DAVENPORT, Charles B. Light thrown by the experimental study of heredity upon the factors and methods of evolution. *The American Naturalist* **46**: 129-138, 1912.

- . The form of evolutionary theory that modern genetical research seems to favor. *The American Naturalist* **50**: 449-465, 1916.
- DUNN, Leslie Clarence. *A short history of genetics; the development of some of the main lines of thought, 1864-1939*. Ames: Iowa State University Press, 1991.
- FISH, Harold D. On the progressive increase of homozygosis in brother-sister matings. *The American Naturalist* **48**: 759-761, 1914.
- JENNINGS, Herbert Spencer. *Contributions to the study of the behavior of lower organisms*. Washington, D. C.: Carnegie Institution of Washington, 1904.
- . Variation and evolution in Protozoa. *The Journal of Experimental Zoology*. **5**: 577-632, 1908a.
- . Heredity, variation and evolution in Protozoa II. *Proceedings of the American Philosophical Society* **47** **190**: 393-546, 1908b.
- . Formulae for the results of inbreeding. *The American Naturalist* **47**: 693-696, 1914.
- . The numerical results of diverse systems of breeding. *Genetics* **1**: 53-89, 1916.
- . Modifying factors and multiple allelomorphs in relation to the results of selection. *The American Naturalist* **51**: 301-307, 1917 a.
- . The numerical results of diverse systems of breeding with respect to two pairs of factors, linked or independent, with special relation to the effects of linkage. *Genetics* **2**: 97-154, 1917 b.
- . Biographical memoir of Raymond Pearl (1879-1940). *Biographical Memoirs* **22**: 295-347, 1942.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. [Tese de Doutorado em Genética]. Campinas: UNICAMP, 1997.
- . William Bateson: da evolução à genética. *Episteme* **8**: 67-88, 1999.
- . William Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. *Episteme* **14**: 27-55, 2002.
- PEARL, Raymond. A contribution towards an analysis of the problem of inbreeding. *The American Naturalist* **47**: 577-614, 1913.

- . On the results of inbreeding a Mendelian population: a correction and extension of previous conclusions. *The American Naturalist* **48**: 57-62, 1914 a.
- . On a general formula for the constitution of the n th generation of a Mendelian population in which all matings are brother X sister. *The American Naturalist* **48**: 491-494, 1914 b.
- . The selection problem. *The American Naturalist* **51**: 65-91, 1917.
- PEARSON, Karl. Darwinism, biometry and some recent biology. *Biometrika* **7**: 368-385, 1910.
- PROVINE, William. *The origins of theoretical population genetics*. Chicago: The University of Chicago Press, 1971.
- PLUTINSKY, Anya. *Modelling evolution*. [Tese de Doutorado]. Pennsylvania: University of Pennsylvania, 2002.
- SCHNEIRLA, Theodore C. Herbert Spencer Jennings: 1868-1947. *American Journal of Psychology* **60**: 447-450, 1947.
- SCHLOEGEL, Judith Johns. General physiology, experimental psychology, and evolutionism: unicellular Organisms as objects of psychophysiological research, 1877-1918. *Isis* **93**: 614-645, 2002.
- STEFANO, Waldir; MARTINS, Lilian Al-Cueyr Pereira. Herbert Spencer Jennings e os efeitos da seleção em *Paramecium*: 1908-1912. *Filosofia e História da Biologia* **1**: 351-369, 2006.
- WANSCHER, Johan Henrik. The history of Wilhelm Johannsen's genetical terms and concepts from the period of 1903 to 1926. *Centaurus* **19**: 125-147, 1975.

Normas para publicação

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

Somente textos inéditos e que não estejam sendo submetidos para publicação em outro local poderão ser submetidos para publicação em *Filosofia e História da Biologia*. Os artigos devem resultar de uma pesquisa original e devem representar uma contribuição efetiva para a área. Todos os trabalhos submetidos serão enviados para análise de dois árbitros. Em caso de divergência entre os pareceres, o trabalho será analisado por um terceiro árbitro.

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

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

São aceitos para publicação em *Filosofia e História da Biologia* artigos em português, espanhol ou inglês. Os artigos submetidos devem conter um resumo no idioma original e um *abstract* em inglês. Os artigos em inglês devem vir acompanhados de um resumo em português, além do *abstract*. Os resumos e *abstracts* devem ter cerca de 200 palavras. Devem também ser indicadas cerca de cinco palavras-chave (e *keywords*) que identifiquem o trabalho.

Os artigos devem ter um máximo de 6.000 palavras (incluindo as notas de rodapé) e devem seguir o modelo da ABFHIB, disponível em <http://www.abfhib.org/Publicacoes/Modelo-Fil-Hist-Biol.doc>. As resenhas devem ter um máximo de 2.000 palavras. Excepcionalmente, os Editores poderão aceitar trabalhos que ultrapassem esses limites.

Os originais devem ser enviados em formato DOC ou RTF para o seguinte e-mail: fil-hist-biol@abfhib.org. A mensagem encaminhando o artigo deve informar que se trata de um original inédito que está sendo submetido para publicação no periódico *Filosofia e História da Biologia*.

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

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

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

A submissão de um trabalho para publicação em *Filosofia e História da Biologia* implica na cessão do direito de publicação à Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB). Os artigos publicados nesta revista não poderão ser publicados em livros ou outros periódicos sem autorização formal dos Editores.

Informações adicionais:

<http://www.abfhib.org/Publicacoes/ABFHiB-Publicacoes.htm>
fil-hist-biol@abfhib.org

- Aldo Mellender de Araújo; Lillian Al-Chueyr Pereira Martins, "A teoria cromossômica da herança e a teoria do plastinema de Toledo Piza Jr.: um confronto esquecido"
- André Luis Corrêa; Paloma Rodrigues da Silva; Fernanda Aparecida Meglioratti; Ana Maria de Andrade Caldeira, "Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de Biologia"
- Andreza Polizello, "Modelos microscópicos de herança no século XIX: a teoria das estirpes de Francis Galton"
- Antonio Carlos Sequeira Fernandes; Vera Maria Medina da Fonseca; Regina Maria Macedo Costa Dantas; Andrea Siqueira D'Alessandri Forti, "D. Pedro II, os fósseis da Bacia de Paris e o Museu Nacional"
- Caroline Belotto Batisteti; Elaine Sandra Nabuco de Araújo; João José Caluzi, "As interpretações dos estudos de Avery, MacLeod e MacCarty sobre a natureza química do "fator transformante" em bactérias"
- Douglas Allchin, "Naturalizing as an error-type in Biology"
- Fernanda Aparecida Meglioratti; Mariana A. Bolognã Soares de Andrade; Fernanda da Rocha Brando; Ana Maria de Andrade Caldeira, "A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores"
- Frederico Felipe de Almeida Faria, "Peter Lund (1801-1880) e o questionamento do catastrofismo"
- Gerda Maisa Jensen; Maria Elice Brzezinski Prestes, "Experimentos de Lazzaro Spallanzani com um "instrumento minerográfico": como testar alegada habilidade de uma pessoa detectar depósitos de metais e água subterrânea?"
- Gustavo Caponi, "Unidad de tipo y degeneración en la Historia Natural de Buffon"
- José Franco Monte Sião, "As publicações conjuntas de Dobzhansky e brasileiros sobre genética das populações de *Drosophila* (1943-1960) e as causas de seu decréscimo"
- Lillian Al-Chueyr Pereira Martins, "Darbshire, Bateson e Weldon: a controvérsia sobre a hereditariedade em camungos (1902-1904)"
- Márcia das Neves, "A concepção de raça humana em Raimundo Nina Rodrigues"
- Maria Elice Brzezinski Prestes, "Definição e classificação de "insetos" por René-Antoine Ferchault de Réaumur"
- Marisa Russo, "Localização cerebral da cognição social complexa: o autismo como modelo?"
- Nadir Ferrari; Neusa Maria John Scheid, "Pangênese e teoria cromossômica da herança a persistência de idéias?"
- Nélío Bizzo, "A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo"
- Paulo José Carvalho da Silva, "A psicopatologia entre a alma e os nervos: a Medicina Theologica (1784) de Francisco de Melo Franco"
- Roberto de Andrade Martins, "Os experimentos de Brown-Séguard e a herança de caracteres adquiridos por acidente, na segunda metade do século XIX"
- Viviane Arruda do Carmo, "As concepções de Alfred Russel Wallace acerca de cor e ornamentos dos animais e sua crítica à seleção sexual"
- Waldir Stefano, "Os estudos matemáticos de Herbert Spencer Jennings e Raymond Pearl sobre herança mendeliana em populações (1912-1917)".