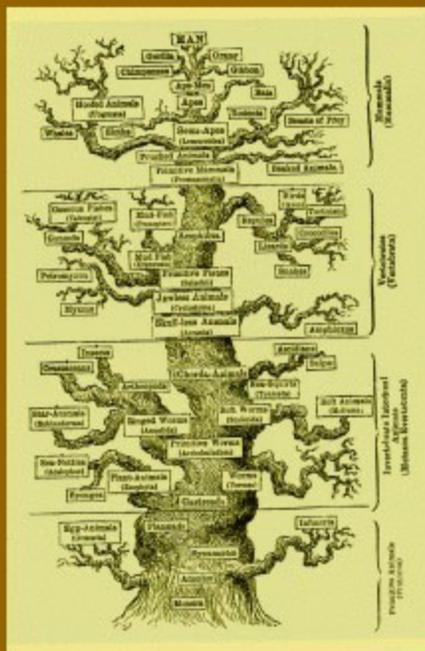


Editores:  
**Maria Elice Brzezinski Prestes**  
**Lilian Al-Chueyr Pereira Martins**  
**Waldir Stefano**



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

**Maria Elice Brzezinski Prestes**  
**Lilian Al-Chueyr Pereira Martins**  
**Waldir Stefano**

**Filosofia e História da Biologia 1**

**Aida Mello de Araujo**  
 "Suares evoluiu, casou-se, ou reduziu de volume: há espaço para o outro casaque?"

**Ana Maria Rocha de Almeida & Clea Iolli Mar**  
 "A atribuição de função à biotecnologia segundo o modo da papel causal: uma análise epistemológica do discurso científico em ilusão dual de causal"

**André Luis de Lima Cavallini & Ricardo Warshaw**  
 "O animal como uma espécie: o discurso de João Coimbra e o caso da interação e evolução do ócio animal"

**Ana Carolina Kribs Pereira Rego**  
 "A polêmica Darwin versus Mivart – uma lição em refutação abstrata"

**Françoise Aparecida M. Aguiar, Jéssica Siqueira, & Ana Maria de Araújo Caldeira**

"Revisão de ideias e práticas no Brasil do processo de evolução biológica com concepções de pesquisadores de biologia: uma visão da epistemologia científica e da cultura científico-cultural"

**Françoise Aparecida M. Aguiar, Jéssica Siqueira, & Ana Maria de Araújo Caldeira**  
 "O conceito de espécie no desenvolvimento das ideias de Darwin"

**Francisco Felipe de Almeida Filho**  
 "O discurso de um positivismo paleontológico"

**Guayana Caponi**  
 "O impacto da domesticação no vocabulário dos animais de companhia"

**Josy A. Brzezinski**  
 "O uso da palavra fricção varia da sua origem até sua conjugação"

**Kaio de Almeida Chedid**  
 "Análise da evolução de função e papel da raça primata brasileira"

**Lilian Al-Chueyr Pereira Martins & Ana Paula de Oliveira Pereira de Moraes Silva**  
 "As concepções raciais de Thomas Malthus quanto ao desenvolvimento e biotecnologia"

**Maria Elice Brzezinski Prestes**  
 "A observação e a experimentação em obras de biologia animal do século XVIII segundo João Soares (1742-1809)"

**Maria Rosa Lopes Gil & Ricardo Warshaw**  
 "Alguns de Maria da Ribera: os limites da Comissão Real para a Minas Macaoid"

**Nádia Simão**  
 "O papel da domesticação e sua presença nas raças bovinas"

**Palma e Fátima do Carmo**  
 "A domesticação do animal e a domesticação do mundo vivo"

**Paula José Cavallini de Silva**  
 "Dar, passar e casar-se: da vida com o agente de domesticação"

**Ricardo Warshaw & Guayana Caponi**  
 "Os genes e o ambiente: implicações da domesticação dos cães no debate sobre a cultura"

**Rafael de Andrade Mauas**  
 "Descrição de aves: uma comparação com Aristóteles e Plínio, o Velho"

**Sandra Caponi**  
 "Da biotecnologia localizadora e global: o caso da domesticação biológica do canino"

**Viviane Araújo de Castro & Lilian Al-Chueyr Pereira Martins**  
 "Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e o selo postal: um estudo comparativo"

**Waldir Stefano & Lilian Al-Chueyr Pereira Martins**  
 "Malthus versus Lamarck e a seleção causal"



# **Filosofia e História da Biologia 1**



**Mack**

**Pesquisa**

# Filosofia e História da Biologia 1

## Errata

*Infelizmente, houve uma falha na impressão de alguns símbolos, nos parágrafos que transcrevemos abaixo.*

### **Pág. 27:**

A análise funcional proposta por Cummins foi assim formalizada:

[...]  $x$  funciona como  $\Phi$  em  $s$  (ou: a função de  $x$  em  $s$  é  $\Phi$ ) relativo a uma abordagem analítica  $A$  da capacidade de  $s$  de  $\psi$ , apenas caso  $x$  seja capaz de  $\Phi$  em  $s$  e  $A$  dê conta, apropriada e adequadamente, da capacidade de  $\psi$  em parte mediante um recurso à capacidade de  $x$  fazer  $\Phi$  em  $s$ . (Cummins, [1975], p. 190)

### **Pág. 34:**

Como vimos acima, segundo a abordagem da análise funcional proposta por Cummins, dizer que a função de  $x$  é  $\Phi$  em um sistema  $s$  é dizer que  $x$  funciona como  $\Phi$  em  $s$ , relativo a uma abordagem analítica  $A$  da capacidade de  $s$  de  $\psi$ , no caso em que  $x$  é capaz de  $\Phi$  em  $s$  e  $A$  dá conta, apropriada e adequadamente, da capacidade de  $\psi$  em parte por um apelo à capacidade de  $x$  fazer  $\Phi$  em  $s$  (Cummins, [1975], p. 190).

Para entendermos tal abordagem, precisamos considerar o sistema  $s$  e a sua capacidade de realização de uma propriedade  $\psi$ , de modo que algum  $x$ , que é parte do sistema  $s$ , tem a função de realizar a propriedade  $\Phi$ , que contribui para a realização da propriedade sistêmica  $\psi$ , segundo uma abordagem analítica  $A$ . Neste caso, a principal dificuldade que rapidamente aparece é a de optar por uma

abordagem analítica específica do sistema  $s$ , que seja *adequada e apropriada*, e, além disso, seja capaz de explicar a capacidade do sistema de realizar  $\psi$ , apelando à capacidade de  $x$  realizar  $\Phi$ . Uma abordagem analítica apropriada, segundo Cummins, é aquela realizada de acordo com um quadro referencial no qual a propriedade do sistema é capaz de realizar uma determinada função (Cummins, [1975], p. 190).

**Pág. 35:**

Caso consideremos que as espécies ou os organismos constituem o nível inferior de análise, e a biodiversidade se apresenta como propriedade do sistema (no nível focal de análise), resultante da interação de organismos ou espécies e das restrições impostas por sistemas mais amplos, afirmar que a função da biodiversidade é  $\Phi$  em um sistema  $s$  corresponderá a afirmar que as espécies ali presentes realizam  $\Phi$  no ecossistema, em relação a esta abordagem analítica. A biodiversidade seria, então, tratada como uma propriedade do sistema, ou seja, seria assumida uma visão realista da biodiversidade como conceito teórico. Além disso, a capacidade do ecossistema de realizar a propriedade  $\psi$ , digamos, a manutenção de determinados níveis de produtividade ou de estabilidade, poderia ser entendida a partir do fato de que as espécies, por meio das interações positivas ou do efeito de amostragem, são capazes de realizar  $\Phi$ .

Cabe, ainda, discutirmos o que seria a propriedade  $\Phi$  das partes (os organismos ou espécies) em relação à propriedade  $\psi$  do todo (ecossistema), seja ela a produtividade ou a estabilidade.



Editores:  
Maria Elice Brzezinski Prestes  
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins  
Waldir Stefano

# **Filosofia e História da Biologia 1**

**Seleção de Trabalhos do IV Encontro de  
Filosofia e História da Biologia**



**São Paulo  
Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Editora Viena  
2006**

**Copyright © dos autores**  
**Direitos desta edição reservados à**  
**Universidade Presbiteriana Mackenzie**

FICHA CATALOGRÁFICA

P 936f Filosofia e História da Biologia 1. Organizadores: Maria Elice Brzezinski Prestes, Lilian Al-Chueyr Pereira Martins, Waldir Stefano – São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie / Editora Viena, 2006.  
xii, 369 p.

ISBN XXXXXXXXXX

1. Epistemologia 2. Biologia – história 3. História da biologia 4. Biologia – filosofia 5. Filosofia da biologia I. Prestes, Maria Elice Brzezinski II. Martins, Lilian Al-Chueyr Pereira III. Stefano, Waldir IV. Título V. Universidade Presbiteriana Mackenzie

CDD 501  
509  
121  
574.1  
574.9

Colaboraram na preparação dos originais deste volume: Ana Paula de Oliveira Pereira de Moraes Brito e Márcia das Neves.

Imagem da capa extraída do livro de Ernst Haeckel (1834-1919), *The evolution of man* (1879). Publicada inicialmente no original em alemão, *Antropogenie* (1874).

## **Universidade Presbiteriana Mackenzie**

Reitor: **Manassés Claudino Fonteles**

Vice-reitor: **Pedro Ronzelli Jr.**

Coordenadora de Pesquisa: **Sueli Galego de Carvalho**

Diretora da Faculdade de Ciências Biológicas Exatas e

Experimentais: **Teresinha Jocelen Masson**

Coordenador do Curso de Biologia: **Gustavo Augusto Schmidt Melo Filho**

### **Fundo Mackenzie de Pesquisa – MackPesquisa**

Presidente: **Antonio Carlos Oliveira Bruno**

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Rua da Consolação, 930, Consolação – 01302-907 São Paulo, SP



**Mack**  
**Pesquisa**



---

## Sumário

---

Apresentação	1
Aldo Mellender de Araujo	5
“Síntese evolutiva, constrição, ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques?”	
Ana Maria Rocha de Almeida & Charbel Niño El-Hani	21
“A atribuição de função à biodiversidade segundo a visão do papel causal: uma análise epistemológica do discurso ecológico das últimas duas décadas”	
André Luis de Lima Carvalho & Ricardo Waizbort	41
“O animal como outro sensível: o discurso de John Coetzee, a mente darwiniana e a questão da ética animal”	
Anna Carolina Krebs Pereira Regner	55
“A polêmica Darwin <i>versus</i> Mivart: uma lição em refutar objeções”	
Fernanda Aparecida Meghioratti; Ana Maria de Andrade Caldeira & Jehud Bortolozzi	91
“O conceito de interação na organização dos seres vivos”	
Fernanda Aparecida Meghioratti; Ana Maria de Andrade Caldeira & Jehud Bortolozzi	107
“Recorrência da idéia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural”	
Frederico Felipe de Almeida Faria	125
“O despontar de um paradigma na paleontologia”	

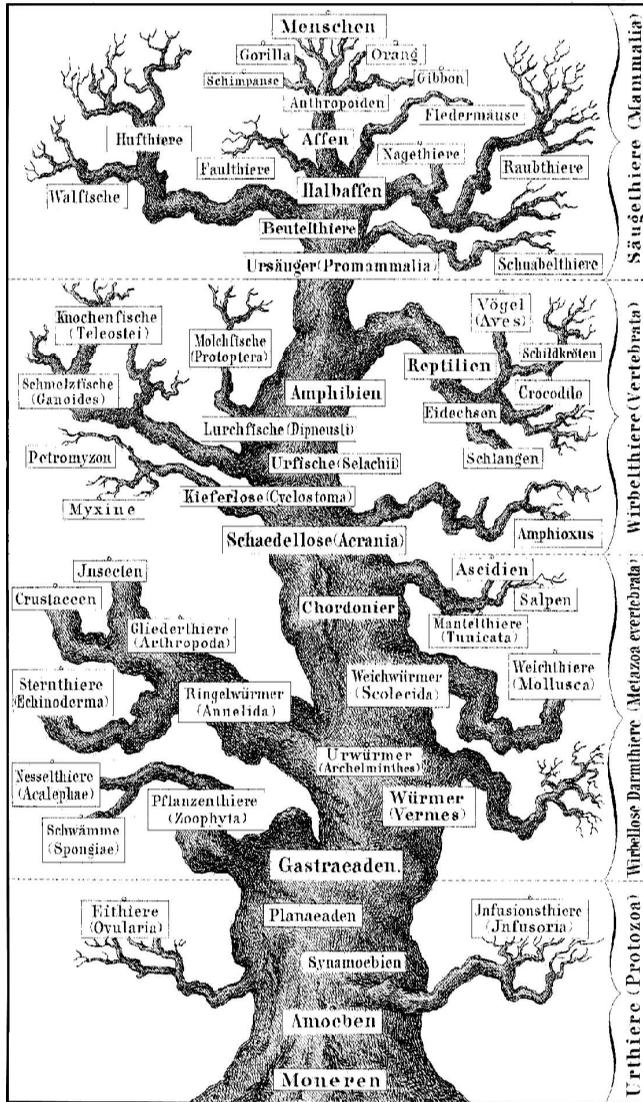
Gustavo Caponi	137
“O impacto do darwinismo no trabalho dos naturalistas de campo”	
Jerzy André Brzozowski	147
“O neo-darwinismo frente às teses da auto-organização e das contingências”	
Karla de Almeida Chediak	161
“Análise do conceito de função a partir da interpretação histórica”	
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins & Ana Paula de Oliveira Pereira de Morais Brito	175
“As concepções iniciais de Thomas Hunt Morgan acerca de evolução e hereditariedade”	
Maria Elice Brzezinski Prestes	191
“A observação e a experiência nas obras de história natural do século XVIII segundo Jean Senebier (1742-1809)”	
Maria Rosa Lopez Cid & Ricardo Waizbort	215
“Alípio de Miranda Ribeiro e as lições da Comissão Rondon para o Museu Nacional”	
Nelio Bizzo	229
“O berço do darwinismo e suas promessas para o homem”	
Palmira Fontes da Costa	247
“A visualização da natureza e o entendimento do mundo vivo”	
Paulo José Carvalho da Silva	271
“Dor, prazer e conservação da vida em regimes de vida modernos”	
Ricardo Waizbort & Gustavo Cirauo Solha	279
“Os genes e o ambiente: implicações da descoberta dos íntrons no debate natureza <i>versus</i> cultura”	
Roberto de Andrade Martins	297
“Descrições de aves: uma comparação entre Aristóteles e Plínio, o Velho”	

Sandra Caponi	325
“Da herança à localização cerebral: sobre o determinismo biológico das condutas”	
Viviane Arruda do Carmo & Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	335
“Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo”	
Waldir Stefano & Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	351
“Herbert Spencer Jennings e os efeitos da seleção em <i>Paramecium</i> : 1908-1912”	



Stammbaum des Menschen.

Fig. XI.



E. Haeckel del.

1871. Anst. v. G. Zool. Leipzig.

“A árvore genealógica dos humanos” (*Stammbaum des Menschen*), segundo Ernst Haeckel (1834-1919), uma figura publicada na sua obra *Antropogenie* (1874).



---

## Apresentação

---

Vem crescendo no Brasil o número de pesquisadores dedicados aos temas da Filosofia e História da Biologia, bem como de suas relações com o ensino de Biologia nos diversos níveis de escolaridade. Como testemunho do crescimento da área, o *IV Encontro de Filosofia e História da Biologia* (realizado no Campus Itambé da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, de 17 a 19 de agosto de 2006) forneceu uma boa mostra de um continente emergente de pesquisa, com densidade suficiente para demarcar o espaço de sua própria especialidade.

O anseio pela consolidação da área foi ali concretizado com a fundação da *Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia*, ABFHIB (ver informações em <http://www.abfhib.org>). Por certo, essa iniciativa conferirá estímulo ainda maior para que professores e pós-graduandos ambicionem essa especialização em suas carreiras de pesquisa. Afinal, também cresceu em diversas Universidades do país a oferta de disciplinas voltadas à abordagem filosófica e/ou histórica da Biologia, como registram as reformas curriculares recentes nos cursos de formação de biólogos. Pela amplitude gerada nesse horizonte é que nos motivamos a tornar público o conjunto de textos selecionados entre as comunicações apresentadas no encontro deste ano.

Abrindo o volume, Aldo Mellender de Araújo discute proposta recente de abordagem multidimensional para o entendimento dos padrões e processos da evolução biológica. Em seguida, Ana Maria Rocha de Almeida faz uma análise da função atribuída à biodiversidade, conforme estimativa realizada em trabalhos de ecologia publicados nas últimas duas décadas. André Luis de Lima Carvalho e Ri-

cardo Waizbort tratam da tese darwiniana da origem comum da mente humana e animal e suas implicações no campo da “ética animal”, a partir da obra *A vida dos animais* de John Coetze. Anna Carolina K. P. Regner analisa a natureza da polêmica Darwin *versus* Mirvart para mostrar o papel aí desempenhado pelos procedimentos e estratégias “inovadoras” de Darwin, e da possível contribuição desse tipo de polêmica para o estudo da racionalidade.

Fernanda Aparecida Meglhioratti, Jehud Bortolozzi e Ana Maria de Andrade Caldeira trazem dois estudos voltados a temáticas do ensino de Biologia; na interface com a Filosofia da Biologia, discutem a importância da ênfase no ensino da organização do ser vivo por intermédio do conceito de interação nos níveis célula-organismo-ambiente; na interface com a História da Biologia, analisam a presença da idéia de progresso associada à concepção de evolução biológica entre professores do Ensino Médio de Biologia, tomando por guia a sua ocorrência em diferentes autores que trataram da teoria evolutiva ao longo de sua história.

Frederico Felipe de Almeida Faria argumenta sobre o despontar de um autêntico paradigma kuhniano no estudo dos fósseis realizados por Georges Cuvier. Gustavo Caponi analisa o impacto do darwinismo sobre o trabalho dos naturalistas de campo, uma vez que o seu adaptacionismo confere maior destaque às relações que os organismos mantêm com o seu entorno, em detrimento de sua integração funcional interna. Jerzy A. Brzozowski discute a compatibilidade das teses da auto-organização, de Stephen Jay Gould, e das contingências, defendida por Stuart Kauffman, com o neo-darwinismo ou com a visão da evolução de Sterelny e Griffiths.

Karla de Almeida Chediak analisa as interpretações teleológicas e não teleológicas para a força explanatória do conceito de função para a Biologia, abordando particularmente as discussões que lançam luz sobre a natureza e o alcance das explicações teleológicas. Lilian Al-Chueyr Pereira Martins e Ana Paula de Oliveira Pereira de Moraes Brito averiguam a posição de Thomas Hunt Morgan frente às teorias mendeliana e cromossômica anteriormente à publicação, em 1910-11, dos trabalhos que o associaram ao estabelecimento dessa mesma teoria. Como um exemplo da interpretação que se fazia em finais do

século XVIII do modo pelo qual os naturalistas realizavam seus estudos sobre os seres vivos, Maria Elice Brzezinski Prestes trata da comparação estabelecida por Jean Senebier entre a observação e a experiência, conforme as identifica nas obras dos naturalistas daquele século.

Voltando-se ao cenário das ciências no Brasil, Maria Rosa Lopez Cid e Ricardo Waibort relatam episódios relacionados à carreira de Alípio de Miranda Ribeiro junto ao Museu Nacional do Rio de Janeiro em finais do século XIX e início do século XX. Por sua vez, Nelio Bizzo parte do livro *Man's place in nature* de Thomas Huxley para discutir o impacto relacionado à aplicação das idéias de evolução biológica ao ser humano em momento próximo-posterior a sua publicação, em 1863, e discutir desdobramentos ao longo do século XX e início do XXI no âmbito das questões que relacionam Biologia e Sociedade. Palmira Fontes da Costa (conferencista convidada do *IV Encontro*) discute as representações visuais da natureza presentes no entendimento europeu do Novo Mundo entre os séculos XVI e XVII-I, especialmente no contexto da empresa colonial portuguesa. Por sua vez, analisando obras médicas produzidas na Europa entre os séculos XV e XVIII, Paulo José Carvalho da Silva, ilustra como o gênero médico dos regimes de vida objetivava a conservação da vida saudável e se realizava por meio do exame das manifestações da dor, no corpo e na alma, e do seu contrário, o prazer.

Em colaboração com Gustavo Cirauco Solha, Ricardo Waizbort examina algumas implicações da descoberta dos genes interrompidos para a definição do chamado “gene molecular clássico”, à luz do debate natureza *versus* cultura. Roberto de Andrade Martins apresenta uma comparação de descrições de aves realizadas por Aristóteles e Plínio o Velho, identificando semelhanças e diferenças entre os tratamentos desses dois autores. Sandra Caponi identifica nos estudos de neurociências, genética e sociobiologia, realizados desde os anos 1980, o reaparecimento de estratégias explicativas devedoras do determinismo biológico de inícios do século XX, compreendendo-o como resultado da articulação histórica entre a nossa corporeidade e a complexa estrutura social. Viviane Arruda do Carmo e Lilian Al-Chueyr Pereira Martins apresentam um estudo comparativo da con-

cepção de seleção natural em Charles Darwin e Alfred Russel Wallace, mostrando quais os pontos de semelhança e de divergência entre ambos. Encerrando o volume, Waldir Stefano e Lilian Al-Chueyr Pereira Martins analisam a posição adotada por Herbert Spencer Jennings quanto ao papel da seleção natural no processo evolutivo a partir das evidências encontradas em seus estudos com protozoários publicados entre 1908 e 1912.

Os Editores deste volume agradecem a colaboração de todos aqueles que, de um modo ou de outro contribuíram para a realização do *IV Encontro*, destacando a participação de Roberto de Andrade Martins, e de forma especial à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Fundo Mackenzie de Pesquisa – *MackPesquisa*, que patrocinou a presente publicação.

Para encerrar, queremos expressar nossos agradecimentos a todos que contribuíram para que esta publicação alcançasse êxito, lembrando a dedicação dos autores quanto ao atendimento dos prazos exíguos para entrega de seus originais e, em especial, aos pesquisadores que atuaram, de forma anônima, na arbitragem da composição da seleção dos textos expostos nas páginas seguintes. Agradecemos também a colaboração de Ana Paula de Oliveira Pereira de Moraes Brito e Márcia das Neves, que auxiliaram na verificação das normas bibliográficas, bem como a Roberto de Andrade Martins pelo apoio editorial.

Maria Elice Brzezinski Prestes  
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins  
Waldir Stefano

# Síntese evolutiva, constrição, ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques?

Aldo Mellender de Araújo\*

## 1 INTRODUÇÃO

A chamada “Síntese Evolutiva” (Teoria Sintética da Evolução) notabilizou-se por representar uma vertente integradora entre as diferentes disciplinas da área biológica e por constituir, do ponto de vista epistemológico, uma síntese entre o darwinismo clássico e o mendelismo. Sua construção deu-se no intervalo entre as duas grandes guerras mundiais, coincidindo também – e não por acaso – com o movimento pela unificação das ciências defendido pelo Círculo de Viena<sup>1</sup>. O sucesso desta abordagem foi marcante, constituindo o que se poderia chamar no *paradigma* das ciências biológicas: seus princípios são aceitos pela grande maioria dos cientistas da área e são também ensinados na grande maioria das universidades do Brasil e do exterior. No entanto, a partir dos anos 70, principalmente, uma série de posições críticas quanto à veracidade de uma síntese foram sustentadas por diferentes pesquisadores, tanto internos ao círculo de praticantes da biologia evolutiva, como externos, de historiadores e filósofos da ciência. O tema que será tratado aqui inclui a discussão de algumas objeções levantadas quanto à síntese e na apresentação sucinta de

---

\* 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. Av. Bento Gonçalves, 9500, Caixa Postal 15.053, 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: aldodel@portoweb.com.br.

<sup>1</sup> O vínculo entre o movimento pela unificação das ciências e a unificação da biologia através da síntese evolutiva foi sugerido por Smocovitis (1996).

uma proposta recente (2005) de abordagem multidimensional para o entendimento dos padrões e processos da evolução biológica<sup>2</sup>.

## 2 A SÍNTESE EVOLUTIVA COMO CONSTRIÇÃO DE TEORIAS

Em 1909 publica-se a primeira edição do livro de Yves Delage e Marie Goldsmith, *Les théories de l'évolution*, o qual teve várias edições e traduções, sendo uma para o português<sup>3</sup>. Para que se tenha uma idéia da amplitude dos temas abordados, deve ser destacado que, dos vinte e um capítulos do livro, cinco são dedicados à teoria darwiniana; oito capítulos tratam de concepções de diferentes pesquisadores sobre hereditariedade, dois capítulos sobre lamarckismo e os restantes sobre outras teorias evolutivas, incluindo-se o capítulo final que resume o livro e um capítulo adicional, não numerado, à guisa de Conclusão. O livro inclui, ainda, uma Introdução e o capítulo 1, sobre idéias de evolução antes de Charles Darwin. Assim, enquanto forjava-se a Síntese, uma ampla diversidade de teorias evolutivas ainda tinha seguidores. Nas palavras dos próprios autores,

As questões que nós examinamos são tão variadas e numerosas, as teorias e as opiniões emitidas tão diferentes e contraditórias, que se torna necessário revê-las agora e resumir a situação presente dos grandes problemas a resolver. (Delage & Goldsmith, 1924, Cap. 21, p. 335)

Se Delage tinha sido ignorado com sua monumental obra sobre hereditariedade, publicada no final do século XIX, devido principalmente ao idioma com que fora escrita, a atual não sofria do mesmo problema, pois uma tradução para o inglês havia sido publicada em 1912, com distribuição em Londres e Nova Iorque (Provine, 1988).

---

<sup>2</sup> O desenvolvimento histórico da síntese, a partir da contribuição original de Darwin, bem como das crises conceituais decorrentes da abordagem empírica, no século XX, foram abordados em trabalho anterior (Araújo, 2006); tanto neste trabalho, como no de Dressino & Lamas (2006), são discutidas as possibilidades de mudança do atual paradigma evolutivo.

<sup>3</sup> *As teorias da evolução*, 1922, Livrarias Aillaud e Bertrand, Lisboa; a edição francesa utilizada na presente análise foi a publicada em 1924, a qual inclui várias atualizações a capítulos da edição original, na forma de apêndices.

Para este historiador, no entanto, da mesma maneira que o sucesso da genética mendeliana havia eclipsado outras teorias sobre herança biológica, a síntese evolutiva também iria extirpar outras teorias sobre evolução, em grande parte devido ao sucesso da abordagem matemática de Ronald A. Fisher, John Burdon Sanderson Haldane e Sewall Wright. O prestígio dos modelos matemáticos, bem como a aplicação dos mesmos às populações naturais principalmente por Theodosius Dobzhansky nos Estados Unidos e Edmund Brisco Ford na Inglaterra, eliminou as teorias rivais.

Em vez de uma síntese, os biólogos evolucionistas durante os anos de 1930 e 1940 chegaram a um retumbante acordo em relação a um pequeno conjunto de variáveis como cruciais para o entendimento da evolução na natureza. A isso eu agora denomino de ‘construção evolucionária’, a qual me parece uma descrição muito mais adequada do que de fato ocorreu na biologia evolutiva. (Provine, 1988, p. 61)<sup>4</sup>

Um outro exemplo desta multiplicidade de teorias vem igualmente da França, porém de época mais próxima: *Théories classiques de l'évolution*, de Mireille Gaudant e Jean Gaudant foi publicado em 1971. Os autores, paleontólogos, dividem a obra em três partes: a gênese do transformismo (a expressão “transformismo” é típica de autores franceses), composta por seis capítulos os quais tratam da origem do pensamento evolucionista até Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon e Erasmus Darwin. A segunda parte, sobre o desenvolvimento do transformismo científico, começa com um capítulo sobre Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck, seguido de dois outros, dedicados a George F. Dagobert, Baron de Cuvier e a Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, respectivamente. Charles Darwin e Alfred Russel Wallace merecem um capítulo cada um, assim como Ernst Haeckel. Seguem três capítulos sobre idéias de hereditariedade de Auguste Weismann, Edward Drinker Cope e Hugo de Vries, seguido de um capítulo muito interessante sobre algumas concepções finalistas de evolução, onde se encontram as teorias de Daniele Rosa (hologênese), Henri Bergson (evolução criadora), Leo

---

<sup>4</sup> Tanto nesta transcrição, como na anterior e nas demais, sempre que o idioma original foi o inglês ou o francês, a tradução é da minha responsabilidade.

Semenovich Berg (nomogênese), Henry Fairfield Osborn (aristogênese), dentre outras. Há ainda um capítulo sobre as idéias de Ivan Mitchurin sobre evolução, o qual inclui um breve comentário sobre Trofim Lysenko e um capítulo sobre a síntese evolutiva, proporcionalmente pequeno em relação ao restante da obra. A terceira parte (dois capítulos) é dedicada a temas gerais de evolução, incluindo-se um sobre as “leis” da evolução. No total, portanto, são 20 capítulos, dos quais apenas um, não muito extenso, discute a teoria sintética da evolução. É interessante que os autores não referem, no prefácio da obra, que se trata de uma revisão histórica, mas parecem sustentar que as teorias representam, antes, um confronto contemporâneo de posições diversas. Isto não surpreende, quando se examina a seguinte declaração de Ernest Boesiger, feita por ocasião de um simpósio sobre o desenvolvimento da síntese: “A França, hoje (1974), é uma espécie de fóssil vivo na rejeição das modernas teorias evolutivas: cerca de 95 por cento de todos os biólogos e filósofos de um modo ou outro se opõem ao Darwinismo” (Boesiger, 1980, p. 309).

O historiador da biologia evolutiva contemporânea William B. Provine, reeditou, em 2001, um livro muito importante que publicara exatamente trinta anos antes sobre as origens da genética de populações teórica. Como novidade, já que o texto é o mesmo daquele ano, o autor inclui um Posfácio onde faz a exegese de suas crenças dos anos 70, sobre evolução e as compara com o seu posicionamento atual. Ao comentar especificamente sobre a síntese, ele volta a referir-se ao que chamou de constrição evolucionária (Provine, 2001). Mais ainda, quando do comentário sobre os modelos matemáticos de seleção natural para um loco com dois alelos, de Fisher, Haldane, Wright, do início dos anos 30 e que constituíram então um poderoso alicerce da síntese evolutiva, ele afirma que tais modelos constituem um “convite ao equívoco” (*ibid.*, p. 203); todavia, surpreendentemente, na opinião dele, tais modelos continuam a se perpetuar nos livros-texto atuais de evolução, sem um exame crítico de suas limitações.

Pode-se adicionar, que além da constrição de teorias, nos anos 40 e 50, a síntese evolutiva sofreu um processo de “engessamento” (uso esta tradução para *hardening*) em torno do conceito de seleção natural, conforme Stephen Jay Gould (1983). Este autor comenta que a

maioria dos biólogos não se deu conta disso, pelo fato de que em grande parte o que lemos (ou o que foi lido, até os anos 60) são as edições, respectivamente de *Genetics and the origin of species*, de Theodosius Dobzhansky de 1951 (e não as anteriores, de 1937 e 1941) e *The major features of evolution*, de George Gaylord Simpson de 1953 (e não seu livro anterior, *Tempo and mode in evolution*, de 1944). Naturalmente que ele enfatiza estes dois autores por se tratarem de parte do grupo dos chamados *arquitetos* da síntese; no entanto, ele mostra também a posição modificada de outro arquiteto da síntese, Sewall Wright, em relação ao papel da deriva genética na evolução, o qual teria sido substituído pela ênfase em adaptação (logo, na ação da seleção natural) nos seus escritos posteriores. Para salientar que o fenômeno do engessamento não foi exclusivo de pesquisadores norte-americanos, Gould discute ainda dois autores ingleses, Julian Huxley e David Lack, procurando mostrar que ambos também aderiram a uma concepção mais adaptacionista da evolução.

### 3 A SÍNTESE EVOLUTIVA COMO REDUÇÃO DE TEORIAS

O historiador e filósofo da ciência Sahotra Sarkar adota uma interpretação diferente da vista anteriormente, no que se refere à síntese evolutiva (Sarkar, 2004). Segundo ele, do ponto de vista conceitual é inquestionável que houve uma síntese, mas esta foi da genética de populações com a genética clássica, com os princípios da mecânica cromossômica, citologia e outras sub-disciplinas da biologia e não, como afirmou Ernst Mayr, entre as correntes naturalista e experimentalista (Mayr, 1980). Uma das obras relevantes, neste sentido, teria sido *The causes of evolution* de Haldane (1932). Por outro lado, o que Sarkar defende como reducionismo, teria ocorrido entre a biometria e o mendelismo, com este último assumindo uma posição epistemológica prioritária em relação ao anterior. Neste contexto, o trabalho de Ronald A. Fisher, de 1918, teria sido fundamental, ao compatibilizar os resultados para distribuições discretas (características do mendelismo), com os resultados para distribuições contínuas (típicos da biometria).

Quando se examina a história do desenvolvimento das idéias so-

bre evolução dos anos 30-40, caracterizados como de elaboração da síntese evolutiva, é bastante útil empregar a análise epistemológica feita por Sarkar (2004). Em um contexto disciplinar, como algumas vezes já foi proposto (de uma certa forma isso é o que transparece no prefácio de Glenn Jepsen ao volume editado por ele, Mayr e Simpson em 1949), teria havido de fato uma síntese entre metodologias, entre conceitos, de disciplinas como genética, zoologia, paleontologia, botânica, dentre outras? Para que uma síntese entre estruturas científicas diversas seja aceita, é condição indispensável que haja paridade epistêmica entre as estruturas constituintes (Sarkar, 2004). Ora, este não parece ser o caso da síntese evolutiva, uma vez que as explicações sobre os mecanismos evolutivos provieram, todas, da genética (mutação, seleção natural, fluxo gênico e deriva genética). Uma ilustração eloqüente desta situação está no livro de Michael Ruse, *The philosophy of biology* (Ruse, 1973, figura 4.1, p. 49): cinco retângulos representam disciplinas como sistemática, paleontologia, morfologia, embriologia e “outras disciplinas”; acima destes retângulos há um outro, simbolizando a genética de populações. Os retângulos estão unidos por setas, da genética de populações para os demais (setas duplas, de maior destaque) e entre estas, setas simples, indicando, conforme a legenda da figura, “ligações entre as disciplinas subsidiárias”. Embora o autor esclareça, ainda na legenda, que tais ligações existem e que as mostradas não representam exemplos particulares, fica evidente a relação de prioridade epistêmica na estrutura da teoria evolutiva; a própria palavra subsidiária já carrega a conotação de acessório.<sup>5</sup>

#### **4 UMA NOVA PROPOSTA: EVOLUÇÃO EM QUATRO DIMENSÕES**

A partir da década de 1990 especialmente, novas propostas para tornar a síntese evolutiva uma teoria mais robusta e com maior poder explicativo tem sido apresentadas. É com esta tendência que se en-

---

<sup>5</sup> De acordo com o dicionário *Novo Aurélio – Século XXI*, um dos significados do verbete subsidiário é: “[...] um elemento secundário que reforça outro de maior importância ou para este converge” (Ferreira, 1999, p. 1895).

contra, por exemplo, a proposta de Stuart A. Kauffman:

O meu próprio objetivo não é tanto desafiar a tradição neodarwiniana, mas antes, é o de alargá-la. Na verdade, não obstante a sua resiliência, esta tradição seguramente cresceu sem uma tentativa séria de integrar o modo pelo qual sistemas simples e complexos podem apresentar ordem espontaneamente. Uma vez que nós veremos uma série de exemplos em que tal ordem espontânea pode ocorrer, não deveremos nos surpreender caso a teoria evolutiva passe a englobar tais fatos. (Kauffman, 1993, cap. 1, p. 26)

Como se pode notar, a proposta é de um acréscimo à teoria evolutiva vigente (teoria sintética), representado pela teoria da auto-organização. As raízes da teoria da auto-organização são bastante antigas, mas um dos pioneiros no século XX foi D'Arcy Thompson, com a publicação do excelente livro *On growth and form* (1917).

Duas autoras, no entanto, vem insistindo há mais de dez anos em uma proposta cujo próprio enunciado já a incompatibiliza com a teoria evolutiva vigente e suas bases: Eva Jablonka e Marion J. Lamb publicaram, em 1995, *Epigenetic inheritance and evolution – the Lamarckian dimension*. Embora elas esclareçam no prefácio da obra, que “o que nós tentamos mostrar neste livro não é que o neolamarckismo está certo e o neodarwinismo errado. Na nossa visão, ambos os mecanismos, neolamarckianos e neodarwinianos são importantes na evolução” (Jablonka & Lamb, 1995, p. vii), a referência a Lamarck parece se chocar frontalmente com a tradicional interpretação do sentido da informação, isto é, do núcleo da célula, ou do DNA de um modo geral, para fora. No entanto, o que ocorre nos eventos epigenéticos é exatamente o inverso deste postulado; os fenômenos de herança epigenética estão muito bem estabelecidos e aceitos pela comunidade de pesquisadores na área de biologia molecular e evolutiva. Tão difundido já está tal conhecimento que um nome novo foi proposto para a área: epigenômica (Qiu, 2006).

Em 1998, a mesma dupla de autoras, juntamente com Eytan Avital, publicam um artigo intitulado “Lamarckian mechanisms in darwinian evolution”, onde estabelecem um modelo de evolução de quatro sistemas de herança: o primeiro, representado pela sigla GIS (*Genetic Inheritance System*), provavelmente tão antigo na evolução

quanto o EIS (*Epigenetic Inheritance System*), seguidos pelo BIS (*Behavioral Inheritance System*) e pelo LIS (*Language Inheritance System*), este último provavelmente atuando apenas na nossa espécie<sup>6</sup>.

A ampliação desta proposta e a divulgação da mesma para um público maior, incluindo biólogos de diferentes áreas, foi feita através do livro *Evolution in four dimensions – genetic, epigenetic, behavioral and symbolic variation in the history of life* (Jablonka & Lamb, 2005). O texto é muito claro e de fácil entendimento, sem no entanto abrir mão da qualidade da informação; inúmeras ilustrações acompanham o texto, curiosamente feitas como se fossem para um público infantil (teria sido isso uma expressão metafórica para indicar que o conteúdo do livro poderia ser entendido até por crianças?).

Nosso intuito básico é mostrar que o pensamento biológico sobre herança e evolução está sofrendo uma revolução. O que está emergindo é uma nova síntese, a qual desafia a versão centrada no gene do neodarwinismo, que dominou o pensamento biológico nos últimos cinquenta anos. As mudanças conceituais que estão ocorrendo estão baseadas no conhecimento de quase todos os ramos da biologia, mas o foco deste livro será sobre a herança. Estaremos argumentando que: há mais coisas na herança do que genes; algumas variações hereditárias não são aleatórias na origem; alguma informação adquirida é herdada; a mudança evolutiva pode resultar tanto de instrução como de seleção. (Jablonka & Lamb, 2005, Prólogo, p. 1)

Na seqüência da apresentação das autoras, a primeira dimensão examinada é a genética. Ainda que seja a dimensão universalmente aceita, mesmo assim, há um acúmulo de novas informações que forcem uma revisão de alguns princípios tradicionais da síntese evolutiva. Por exemplo, o fato de que os genes não são mais vistos como unidade causal simples, mas constituem redes de interações, contex-

---

<sup>6</sup> A figura 1 do artigo, p. 209, caracteriza cada um dos sistemas e aponta as interações entre eles, com a grande novidade de que o fluxo de informação dos sistemas BIS e LIS, além do EIS, podem alterar o conteúdo do GIS – a chave para esta inversão da informação estaria em um processo de longa data conhecido dos geneticistas e chamado de *assimilação genética* (Waddington, 1942).

to-dependentes, implica que a caracterização de evolução como alteração de frequências gênicas deve ser definitivamente abandonada.<sup>7</sup> Por outro lado, admitindo-se que o genoma seja um sistema organizado e não uma simples seqüência de genes, aqueles processos que geram variação genética podem ser também uma propriedade que evolui com o sistema. Uma das conseqüências desta interpretação é a de que nem toda a variação necessariamente seria aleatória.

A segunda dimensão tratada pelas autoras é a epigenética. Partindo do conhecimento já estabelecido de que as células de um metazóário complexo apresentam diferenciação morfológica e funcional apesar de todas terem idêntico conteúdo de DNA, portanto apresentam diferenças epigenéticas, elas mostram que a controvérsia surge quanto à interpretação do papel desse fenômeno na evolução, tanto pela transmissão geração após geração, como do seu papel na evolução adaptativa. A idéia de um sistema epigenético com grandes repercussões evolutivas é introduzida através de um *thought experiment* (experimento de pensamento) como elas referem. Imagine-se um planeta, Jaynus, onde todos os seus organismos possuam idêntico DNA; surpreendentemente, esse planeta apresenta uma diversidade extraordinária de formas e modos de vida (ilustradas pela figura 4.1 do texto, p. 115). Essa diversidade é produto do EIS, sistema de herança epigenética. Com base nos conhecimentos atuais da biologia molecular, elas distinguem quatro variantes dos sistemas epigenéticos: laços auto-sustentados como memórias da atividade gênica, cuja possibilidade teórica já havia sido antecipada por Sewall Wright nos anos 40 e posteriormente, nos anos 50, foi reconhecida empiricamente. A segunda variante é por elas designada como herança estrutural, memória arquitetural e se refere à estruturas celulares e não à atividade gênica; suas primeiras evidências empíricas datam dos anos 60, em animais conhecidos como protozoários. A terceira variante refe-

---

<sup>7</sup> Tem sido usual atribuir a Theodosius Dobzhansky esta caracterização. Todavia, na primeira edição do clássico *Genetics and the origin of species* (1937) ele afirma que “uma vez que evolução é uma mudança na composição genética das populações, os mecanismos de evolução constituem problemas da genética de populações” (Dobzhansky, 1937, pp. 11-12). A diferença para a afirmação feita acima, no texto, é sutil, mas muito importante.

re-se aos sistemas marcadores de cromatina, hoje uma área de grande desenvolvimento, cujo exemplo mais simples é o da conhecida metilação de DNA (um radical metila,  $\text{CH}_3$  liga-se a uma das bases nucleotídicas do DNA – freqüentemente a citosina – e é capaz de alterar a expressão de certos genes). Finalmente, a quarta variante deste sistema foi por elas denominado de interferência de RNA; a descoberta deste sistema é recente, do final dos anos 90. “A descoberta do RNAi foi em grande parte o resultado da falha dos cientistas e não do seu sucesso”, dizem Jablonka e Lamb na página 133 do livro. Muitos experimentos de engenharia genética de adicionar partes de DNA ou RNA a um genoma resultaram que os genes de interesse mostraram-se silenciosos, isto é, não expressaram seus produtos. Por exemplo, um gene para coloração da flor de petúnias, o gene púrpura, incorporado a uma planta, seria esperado manifestar-se com um incremento na pigmentação da flor; para surpresa dos pesquisadores, a cor resultante da flor foi branca, ou variegada. Estudos posteriores mostraram que este silenciamento na expressão de um gene era devida à ação de pequenas moléculas de RNA. Posteriormente verificou-se que uma das funções dessas pequenas moléculas estaria relacionada a um sistema de defesa celular, sendo, portanto, de natureza adaptativa. A relevância do sistema fica mais evidente quando se sabe que essas moléculas poderiam estar envolvidas em sistemas de proteção da ação de elementos transponíveis, os transposons, objetos de estudo de uma grande parcela de pesquisadores da genética na atualidade.

A terceira dimensão tratada no livro é a comportamental (BIS, do trabalho publicado em 1998 e referido anteriormente (Jablonka & Lamb, 2005). De início as autoras reconhecem que os biólogos evolucionistas já tem trabalhado com este componente, inclusive alguns geneticistas de populações, mas o enfoque destes últimos é o tradicional, centrado no gene: se há variação genética para a expressão de diferentes fenótipos comportamentais, então a evolução do comportamento, da cultura de um modo geral, é possível pelo processo da seleção natural. O que elas pretendem é mostrar que é possível também a inversão do fluxo de informações, do ambiente cultural para o sistema genético. Uma vez mais elas fazem uso de um experimento de pensamento: “tarbutniks são pequenos animais, semelhantes a

roedores, cujo nome se origina da palavra hebraica *tarbut*, que significa cultura” (Jablonka & Lamb, 2005, p. 156). Como característico deste grupo de animais, está o fato de que todos são geneticamente idênticos; eles tem sistemas perfeitos de manutenção do DNA de tal sorte que seus genes não mudam. Isso os assemelha aos habitantes do planeta Jaynus referido anteriormente, mas com a diferença de que eles possuem mecanismos que impedem a ocorrência de transmissão epigenética, característica dos habitantes de Jaynus. Através desta simples idéia, Jablonka e Lamb mostram que é possível a evolução de múltiplas culturas e que estas podem se estabelecer como formas diversas através das gerações. O suporte empírico também é dado, através de vários exemplos de estudos sobre comportamento animal (desde o caso muito conhecido das aves que aprendem a abrir a tampa de garrafas de leite, descrito originalmente na Inglaterra, até o comportamento de primatas da ilha de Koshima, pertencente ao Japão). Estes diferentes exemplos que as autoras mencionam, servem para subsidiar uma categorização de sistemas comportamentais de herança, para as quais elas apontam três possibilidades: um sistema de transferência de substâncias que influenciam o comportamento (portanto, de uma certa forma, saltando uma etapa de aprendizado); um sistema de aprendizado social não-imitativo (o caso das aves referidas acima) e um sistema de aprendizado imitativo (a evolução de culturas em sociedades de primatas). O impacto desses diferentes sistemas de informação na evolução baseia-se no fato de que as mudanças culturais podem ser cumulativas e que tais mudanças não resultam em evolução linear com um aumento consistente de complexidade em uma dada direção. “Ao invés disso, o que nós vemos é que a evolução cultural em um domínio influencia as chances de geração e preservação da variação cultural em outro domínio, este em outro e assim sucessivamente” (Jablonka & Lamb, 2005, p. 179).

O sistema de herança simbólica (SIS) constitui a quarta dimensão referida pelas autoras. Neste caso elas substituíram a sigla LIS (*Language Inheritance System*), do trabalho de 1998, porque na avaliação das autoras, o que nos diferencia como espécie, de outro primata muito relacionado a nós, o chimpanzé (mesmo considerado o fato de que há duas espécies de chimpanzés), é na nossa capacidade de orga-

nizar, transferir e adquirir informação. Tão pronunciada é esta diferença que elas citam o depoimento do filósofo Ernst Cassirer, para quem em vez de se definir os humanos como *animais racionais*, dever-se-ia defini-los como *animais simbólicos*.

O sistema simbólico – o modo peculiar e humano-específico de pensamento e comunicação – pode ter exatamente as mesmas bases neurais do que os sistemas de transmissão da informação de outros animais, mas a natureza da comunicação (consigo e com os outros) não é a mesma. Há características especiais que fazem da informação simbólica diferente da transmissão de informação através das chamadas de alarme em macacos, ou através do canto das aves ou dos sons das baleias. (Jablonka & Lamb, 2005, cap. 6, p. 194)

Os sinais, que se constituem nas peças de informação transferidas do emissor para o receptor, tornam-se símbolos em virtude de participarem de um sistema no qual os seus significados dependem das relações que eles tem com o modo pelo qual as ações e os objetos no mundo são percebidos. Mas também eles têm relações com outros sinais no sistema cultural do qual fazem parte; “um símbolo não pode existir isolado, porque ele é parte de uma rede de referências” (Jablonka & Lamb, 2005, p. 200). O sistema simbólico, tal como o genético pode transmitir informação latente e nisso são similares; todavia, o sistema simbólico pode mais do que isso. Uma vez que símbolos são convenções compartilhadas, são sinais socialmente aceitos, eles podem ser modificados e traduzidos em outras convenções correspondentes. Isso lhes dá uma capacidade de serem traduzidos praticamente ilimitada, logo muito mais rica do que a capacidade do sistema genético.

De que modo pode ser vista a evolução do sistema simbólico? Como um processo darwiniano, um processo lamarckiano, ou algo totalmente diferente? A resposta está na evolução cultural, logo um processo análogo ao lamarckismo; no entanto, elas admitem explicitamente a possibilidade de coevolução gene-cultura (uma possibilidade, aliás, já examinada há alguns anos de modo bastante original por Lumsden & Wilson, 1981).

A grande novidade da proposta de Jablonka e Lamb repousa em dois aspectos: o primeiro, a idéia de que a informação pode ter o seu

fluxo invertido, isto é, do ambiente para o genoma (qualquer que seja o ambiente, como se viu resumidamente nos sistemas epigenético, comportamental e simbólico). Certamente que muita resistência à esta concepção virá ainda. O segundo aspecto fundamental da proposta das autoras, aquele que certamente tornará as críticas mais brandas, é o recurso de utilizar como explicação para esta possibilidade, um mecanismo genético conhecido e aceito pela comunidade de geneticistas e evolucionistas, isto é, a *assimilação genética*, o qual, de fato, imita um processo lamarckiano. Pode-se completar, que imita um processo lamarckiano também no sentido de rapidamente proporcionar à população onde ocorre o evento, o aumento da característica que está sendo observada; disso segue que a velocidade do processo evolutivo é maior do que no darwinismo tradicional, onde há necessidade do aparecimento aleatório de mutantes que eventualmente poderão ser vantajosos.

Para finalizar, é admissível conceber-se que em um futuro próximo, a atual síntese evolutiva venha a ser modificada tendo em vista não apenas a proposta ora examinada, como também com o acréscimo da teoria da auto-organização e da inclusão de eventos geológicos também como mecanismos de evolução e não apenas como acessórios (proposta de Carroll, 2000).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Aldo Mellender. Estará em curso o desenvolvimento de um novo paradigma teórico para a evolução biológica? Pp. 1-28, *in*: MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira & LORENZANO, Pablo (eds.). *Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos*. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), 2006.
- BOESIGER, Ernest. Evolutionary biology in France at the time of the evolutionary synthesis. Pp. 309-21, *in*: MAYR, Ernst & PROVINE, William Ball (eds.). *The evolutionary synthesis – perspectives on the unification of biology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1980.
- CARROLL, Robert L. Toward a new evolutionary synthesis. *Trends in Ecology and Evolution* **15** (1): 27-32, 2000.

- DELAGE, Yves & GOLDSMITH, Marie. *Les théories de l'évolution*. Paris: Ernest Flammarion, 1924.
- DOBZHANSKY, Theodosius. *Genetics and the origin of species*. New York: Columbia University Press, 1937 (The Columbia Classics in Evolution Series, 1982).
- DRESSINO, Vicente & LAMAS, Susana Gisela. La necesidad de un marco multiteórico para la biología evolutiva. Pp. 453-68, MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira & LORENZANO, Pablo (eds.) *Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos*. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), 2006.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Aurélio. Século XXI*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1999.
- FISHER, Ronald A. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, **52**: 399-433, 1918.
- GAUDANT, Mireille & GAUDANT, Jean. *Théories classiques de l'évolution*. Paris: Dunod Éditeur, 1971.
- GOULD, Stephen Jay. The hardening of the modern synthesis. Pp.71-93, in: GRENE, Marjorie (ed.). *Dimensions of Darwinism*. New York: Cambridge University Press, 1983.
- HALDANE, John Burdon Sanderson. *The causes of evolution*. New York: Cornell University Press, 1932.
- JABLONKA, Eva & LAMB, Marion J. *Epigenetic inheritance and evolution. The Lamarckian dimension*. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- . *Evolution in four dimensions. Genetic, epigenetic, behavioral and symbolic variation in the history of life*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2005.
- JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. & AVITAL, Eytan. 'Lamarckian' mechanism in Darwinian evolution. *Trends in Ecology and Evolution* **13** (5): 206-10, 1998.
- JEPSEN, Glenn; MAYR, Ernst & SIMPSON, George Gaylord. *Genetics, paleontology, and evolution*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1949.
- KAUFFMAN, Stuart A. *The origins of order. Self-organization and*

- selection in evolution*. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- LUMSDEN, Charles J. & WILSON, Edward O. *Genes, mind, and culture: the coevolutionary process*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1981.
- MAYR, Ernst. Some thoughts on the history of the evolutionary synthesis. Pp. 1- 48, in: MAYR, Ernst & PROVINE, William Ball (eds.). *The evolutionary synthesis – perspectives on the unification of biology*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1980.
- PROVINE, William Ball. Progress in evolution and meaning in life. Pp.49-74, in: NITECKI, Matthew H. (ed.) *Evolutionary progress*. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.
- . *The origins of theoretical population genetics* (with a new afterword). Chicago: The University of Chicago Press, 2001.
- QIU, Jane. Unfinished symphony. *Nature* **441**: 143-145, 2006.
- RUSE, Michael. *The philosophy of biology*. London: Hutchinson University Library, 1973.
- SARKAR, Sahotra. Evolutionary theory in the 1920s: the nature of the “synthesis”. *Philosophy of Science* **71**: 1215-26, 2004.
- SMOCOVITIS, Vassiliki Betty. *Unifying biology – The evolutionary synthesis and evolutionary biology*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1996.
- THOMSON, D’Arcy Wentworth. *On growth and form*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994 (edição resumida da edição de 1917).
- WADDINGTON, Conrad H. Canalization of development and genetic assimilation of acquired characters. *Nature* **183**: 1654-55, 1942.



# **Atribuição de função à biodiversidade segundo a visão do papel causal: uma análise epistemológica do discurso ecológico das últimas duas décadas**

---

**Ana Maria Rocha de Almeida\***  
**Charbel Niño El-Hani\***

---

## **1 INTRODUÇÃO**

Estudos que avaliam a relação entre a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas são, atualmente, parte importante da literatura ecológica (Naeem, Loreau & Inchausti, 2002). A principal questão neste campo recente de pesquisa diz respeito ao entendimento de qual a função da biodiversidade num ecossistema. Vale ressaltar que o problema colocado não é se a biodiversidade é o único fator determinante das propriedades dos ecossistemas, como discutem alguns (Sankaran & McNaughton, 1999). A principal questão colocada pelos ecólogos diz respeito ao entendimento do papel funcional da biodiversidade, ou seja, de qual a função da biodiversidade num ecossistema, mesmo que outros componentes do sistema colaborem para a realização das mesmas funções. Esta preocupação surgiu em uma atmosfera na qual o reconhecimento das alarmantes taxas de extinção de espécies levou os cientistas a buscarem entender as consequências de tal perda: “Num tempo em que a biodiversidade está passando por mudanças drásticas em distribuição e abundância [...], predizer a consequência de tal mudança para o ecossistema ou para o

---

\* Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Endereço para correspondência: Rua Barão de Geremoabo, 147, Campus de Ondina, Ondina. 40170-290 Salvador, BA. E-mails: anagaivota@gmail.com, charbel @ufba.br.

sistema terrestre é um ponto crucial”<sup>1</sup> (Naeem, Loreau & Inchausti, 2002, p. 3).

Esta nova perspectiva prescreve para a biota, explicitamente, o papel de governar as condições ambientais, tendo sido denominado por Naeem de “Paradigma da Biodiversidade-Função Ecosistêmica” (*Biodiversity-Ecosystem Function Paradigm*, BEFP<sup>2</sup>) (Naeem, 2002, p. 1537). O grande sucesso do BEFP nos últimos anos é evidente. Segundo Loreau, Naeem & Inchausti,

Poucas áreas da ecologia têm-se expandido tão rapidamente quanto a pesquisa sobre a biodiversidade e o funcionamento do ecossistema nos últimos poucos anos. [...] esta área científica tem gerado uma nova onda de experimentos ambiciosos utilizando ecossistemas modelo sintéticos [...], tem estimulado a emergência de novas abordagens teóricas ligando os conceitos e as perspectivas da ecologia de comunidades e da ecologia de ecossistemas, e tem renovado mais amplamente o interesse por abordagens sintéticas na ecologia, atravessando sub-disciplinas ecológicas cada vez mais especializadas. (Loreau, Naeem & Inchausti, 2002, p. 237)<sup>3</sup>

A despeito deste impressionante crescimento, parece evidente que as questões de pesquisa iniciais do BEFP continuam sem resposta. No caso deste programa de pesquisa, entre os fatores que dificultam

---

<sup>1</sup> As traduções foram feitas de maneira livre pelos autores. O trecho original será sistematicamente colocado em nota de rodapé para exame dos leitores. “At a time when biodiversity is undergoing dramatic changes in distribution and abundance [...], predicting the ecosystem or Earth-system consequences of such change is a critical issue” (Naeem, Loreau & Inchausti, 2002, p. 3).

<sup>2</sup> O termo ‘paradigma’ é utilizado por Naeem na expressão “Paradigma da Biodiversidade-Função Ecosistêmica”, por referência direta à idéia de paradigma em Kuhn (Naeem, 2002, p. 1538). Uma análise da adequação da utilização desse termo por Naeem não é parte dos objetivos deste trabalho.

<sup>3</sup> “Few areas of ecology have expanded as fast as biodiversity and ecosystem functioning research during the last few years. [...] this scientific area has generated a new wave of ambitious experiments using synthesized model ecosystems [...], it has stimulated the emergence of new theoretical approaches linking concepts and perspectives from community ecology and ecosystem ecology, and it has more broadly renewed interest in synthetic approaches in ecology, cutting across increasingly specialized ecological sub-disciplines.” (Loreau, Naeem & Inchausti, 2002, p. 237).

o diálogo entre os pesquisadores, encontra-se um problema conceitual, concernente ao que significa atribuir função a algo. A atribuição de função à biodiversidade acontece nesse campo de pesquisa da ecologia sem um suporte epistemológico adequado, o que parece gerar os conflitos identificados por Camerom (2002) e Loreau, Naeem & Inchausti (2002). A inexistência de um suporte epistemológico adequado se refere ao fato de que os artigos desse campo de pesquisa não apresentam qualquer posicionamento sobre o tipo de atribuição funcional realizada, limitando-se, na maioria dos casos a afirmações gerais que buscam apenas desvincular a atribuição de função da idéia de propósito ou desígnio (Naeem, 1998; Naeem, Loreau & Inchausti, 2002).

As abordagens funcionais de Larry Wright [1973] e Robert Cummins [1975] são, ainda hoje, consideradas abordagens epistemológicas padrão sobre a atribuição funcional (Godfrey-Smith, 1993, p. 197). Enquanto Wright [1973] apresenta uma abordagem etiológica da análise funcional, Cummins [1975] opta por uma abordagem do papel causal. Desde uma perspectiva naturalizada (Abrantes, 1998), este trabalho se propõe a realizar uma análise filosófica da atribuição de função à biodiversidade, segundo a visão do papel causal de Cummins [1975]. Vale ressaltar que os resultados aqui apresentados são parte de um trabalho maior (Almeida, 2004), no qual também foi realizada a análise das conseqüências de uma tal atribuição funcional segundo a abordagem etiológica de Wright [1973]. É importante ainda frisar que, em nenhum momento, os autores do BEFP assumem qualquer uma dessas análises como a mais apropriada para a atribuição funcional em questão. Este foi o motivo pelo qual as duas atribuições foram analisadas. Devido à limitação de espaço, este trabalho apresenta apenas os resultados referentes à atribuição de função segundo a abordagem de Cummins [1975].

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Levantamento bibliográfico**

#### **2.1.1 *Trabalhos ecológicos***

Os trabalhos ecológicos foram levantados em periódicos especia-

lizados, a partir de uma busca bibliográfica sistemática no *Web of Science* (<http://portal.isiknowledge.com/portal>), no *Science Citation Index Expanded*, com base nas seguintes palavras-chave: “*function\* AND biodiversity*” e “*ecosystem AND function\**”. Todos os resumos de artigos referentes ao papel funcional da biodiversidade, de 1983 até 2003, foram obtidos para análise preliminar. Os resumos que preenchiam o critério de inclusão – tratar especificamente do papel funcional da biodiversidade nos ecossistemas – foram identificados, separados por ano e submetidos a uma amostragem probabilística estratificada, com representatividade de 35% do número de resumos encontrados em cada ano. Os respectivos artigos foram obtidos e submetidos à análise, segundo os critérios descritos nas seções **2.2** e **2.3**, abaixo.

## **2.2 Coleta de dados**

Para a análise do papel funcional da biodiversidade, apenas os artigos empíricos foram considerados, e, dentre estes, em particular, os artigos experimentais<sup>4</sup>, posto que eles testavam a atribuição de função à biodiversidade de maneira explícita, tornando a análise mais direta e confiável. Os dados foram coletados segundo os parâmetros descritos a seguir.

### **2.2.1 Posicionamento do autor frente à atribuição de função à biodiversidade**

O posicionamento de cada autor frente ao papel funcional da biodiversidade levou em conta a aceitação ou rejeição de uma suposta relação funcional entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos. O posicionamento do autor foi classificado da seguinte maneira: (i) A favor – Aqueles que defendem um papel funcional para a biodiversidade no funcionamento dos ecossistemas. Neste grupo, estão incluídos aqueles autores que apresentavam tanto variações positivas quanto negativas das variáveis ecossistêmicas analisadas em relação à manipulação da biodiversidade no sistema estudado; (ii) Neutros – Neste grupo, foram incluídos aqueles autores que não

---

<sup>4</sup> Os estudos foram classificados como experimentais caso apresentassem observação seqüencial de variáveis sob manipulação controlada.

apresentam uma posição clara sobre a relação entre a biodiversidade e o funcionamento do ecossistema. Foram considerados *neutros*, também, aqueles autores que apresentavam resultados contraditórios, nos quais algumas variáveis de análise apresentavam variação positiva e outras, negativa em relação à manipulação da biodiversidade no sistema estudado;

(iii) *Contrários* – Aqueles que negam a existência de uma relação clara entre a biodiversidade em si e o funcionamento dos ecossistemas.

### **2.2.2 *Conceito de biodiversidade***

O conceito de biodiversidade utilizado por cada autor, central para a discussão em questão, foi obtido a partir da leitura de todo o artigo. Vale ressaltar que, nos artigos experimentais, muitos dos conceitos estavam implícitos e foram, então, levantados com base na medida de biodiversidade utilizada nos experimentos. Os conceitos obtidos direta ou indiretamente pela leitura dos artigos foram posteriormente categorizados. As categorias construídas apresentaram um caráter hierárquico dos conceitos de biodiversidade, visto que se basearam, em grande medida, nos índices de diversidade utilizados. A expressão “conceito em múltiplos níveis” é utilizada neste trabalho para referir-se a autores que adotaram diferentes medidas simultaneamente, como, por exemplo, diversidade específica e diversidade funcional.

### **2.2.3 *Discussão sobre atribuição funcional***

Todo o artigo foi analisado, incluídas as referências bibliográficas, para a identificação de referências a questões e abordagens epistemológicas relacionadas à atribuição funcional. Foi realizada, então, a extração de fragmentos que justificassem epistemologicamente a atribuição funcional realizada. No caso da inexistência de uma discussão epistemológica explícita, foram extraídos os principais fragmentos textuais relativos à posição do autor frente ao papel funcional da biodiversidade e aos mecanismos explicativos utilizados para justificar tal posição.

## **2.3 *Análise dos dados***

Inicialmente, foi realizado um mapeamento dos principais meca-

nismos apresentados nos trabalhos experimentais para justificar a atribuição de um papel funcional à biodiversidade. Na análise da atribuição funcional, uma das abordagens epistemológicas-padrão (Godfrey-Smith, 1993), aquela defendida por Cummins [1975], foi aplicada ao mapa geral obtido. Essa abordagem epistemológica foi entendida conforme segue.

### 2.3.1 *A visão do papel causal*

Segundo Robert Cummins [1975], as atribuições funcionais são asserções explicativas, mas estas seriam explicações de um tipo especial. Para Cummins considerar que algum  $X$  tem uma função, isto é, “ $X$  realiza  $Z$ ”, significa dizer que  $X$  tem a disposição  $Z$ , sob determinadas condições. Isso quer dizer que  $X$  se comporta de modo a apresentar  $Z$ , sempre que colocado sob determinadas condições (Cummins, [1975], p. 185). Essa regularidade de comportamento é denominada por Cummins de “regularidade disposicional”. Segundo ele, as regularidades disposicionais são regularidades observadas no comportamento de um tipo de objeto, em virtude de alguns fatos especiais a seu respeito (*ibid.*, p. 185-186). É exatamente essa regularidade disposicional que merece uma explicação: se  $X$  realiza  $Z$ , então,  $X$  está sujeito a uma regularidade de comportamento característica de coisas que realizam  $Z$  e é exatamente este fato que precisa, então, ser explicado (*ibid.*, p. 189-190). Explicar uma regularidade disposicional é explicar como a manifestação da disposição acontece, dadas as condições precipitantes necessárias.

Cummins opta por dar conta das regularidades disposicionais por meio de uma estratégia analítica. Isso significa dizer que a disposição  $d$  presente em um objeto  $o$  será analisada em uma série de outras disposições  $d_1, d_2, \dots, d_n$ , apresentadas por componentes de  $o$ , tais que a manifestação de  $d_i$  resulta na, ou leva à, manifestação de  $d$  (Cummins, [1975], p. 187). Explicamos, portanto, a capacidade do todo recorrendo às capacidades das suas partes.

Cummins argumenta que análises funcionais na biologia são essencialmente similares à estratégia analítica descrita acima (Cummins, [1975], p. 188). No contexto da aplicação de uma estratégia analítica, a realização de uma capacidade emerge como a função; por exemplo, o coração funciona como uma bomba, sob o pano de fundo

de uma análise da capacidade do sistema circulatório de transportar sangue – nutrientes, oxigênio e dejetos –, que apela, por sua vez, para o fato de que o coração é capaz de bombear sangue. Posto que o pano de fundo usual nem sempre precisa ser explicitado, esta abordagem dá conta, portanto, da assertiva “o coração funciona como uma bomba” e torna equivocada a assertiva de que “o coração funciona como produtor de ruídos”. Nesta estratégia, há, assim, uma dependência implícita do contexto e uma relativização dos atributos funcionais a um “fato funcional” a respeito de um sistema que contém tal “fato”, isto é, em virtude de que certa capacidade de um sistema é apropriadamente explicada com recurso a certa análise funcional.

As capacidades biologicamente importantes de um organismo, considerado como um todo, são explicadas por meio da análise do organismo em um número de sistemas, cada um dos quais apresentando uma ou mais capacidades características. Essas capacidades são, por sua vez, analisadas em termos das capacidades dos órgãos e das estruturas componentes do sistema. Essa estratégia analítica, porém, não é suficiente para dar conta de toda a explicação funcional, ou seja, ela é realizada até que as disposições (propriedades, capacidades) sejam, posteriormente, analisadas através da explicação de sua instanciação.

A análise funcional proposta por Cummins foi assim formalizada:

[...]  $x$  funciona como  $\Phi$  em  $s$  (ou: a função de  $x$  em  $s$  é  $\Phi$ ) relativo a uma abordagem analítica  $A$  da capacidade de  $s$  de  $\psi$ , apenas caso  $x$  seja capaz de  $\Phi$  em  $s$  e  $A$  dê conta, apropriada e adequadamente, da capacidade de  $\psi$  em parte mediante um recurso à capacidade de  $x$  fazer  $\Phi$  em  $s$ . (Cummins, [1975], p. 190)<sup>5</sup>

Em resumo, atribuir função a algo é atribuir-lhe uma capacidade que é identificada pelo seu papel em uma análise de alguma capacidade do sistema. Quando a capacidade a ser analisada do sistema é apropriadamente explicada pela sua análise em um número de outras

---

<sup>5</sup> “[...]  $x$  functions as a  $\phi$  in  $s$  (or: the function of  $x$  in  $s$  is to  $\phi$ ) relative to an analytical account  $A$  of  $s$ ’s capacity to  $\psi$  just in case  $x$  is capable of  $\phi$ -ing in  $s$  and  $A$  appropriately and adequately accounts for  $s$ ’s capacity to  $\psi$  by, in part, appealing to the capacity of  $x$  to  $\phi$  in  $s$ .” (Cummins, [1975], p. 190)

capacidades, cuja realização leva à manifestação da capacidade analisada, as capacidades resultantes da análise emergem como funções.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como resultado inicial da pesquisa bibliográfica, 3.163 resumos de artigos ecológicos foram encontrados, sendo realizada, então, uma análise preliminar segundo o critério de inclusão adotado, que levou à seleção de 387 resumos. Desta população inicial, 140 artigos foram obtidos como resultado da amostragem, para posterior análise. Destes, 5 artigos não foram obtidos, e 4 artigos foram obtidos, porém, quando analisados em maior detalhe, verificou-se que não preenchiam, de fato, o critério de inclusão. Esses 9 artigos foram excluídos de todas as análises posteriores, que foram feitas, assim, com um total de 131 artigos. Dos 131 artigos amostrados, 67 artigos (51% da bibliografia amostrada) foram considerados estudos empíricos, e, dentre estes, 38 artigos (29% da bibliografia amostrada e 57% dos artigos empíricos) eram experimentais. Estes últimos foram analisados na íntegra para o presente trabalho.

#### **3.1 Posicionamento do autor**

Nos 38 artigos experimentais analisados, foi possível identificar 71 testes de hipóteses a respeito da relação entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos. Dos 71 experimentos identificados, 24 não encontraram uma relação entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos. Trinta experimentos forneceram evidências a favor de uma relação fortemente positiva entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos analisados e 3 experimentos encontraram uma relação também positiva, porém de fraca intensidade. Treze trabalhos encontraram uma relação fortemente negativa e um, uma relação negativa de fraca intensidade (Tabela 1). Com base na intensidade do efeito da biodiversidade nos processos ecossistêmicos, classificamos as hipóteses analisadas em três grupos: (i) aquelas que são a favor de uma relação forte entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos – e, neste caso, incluímos tanto aquelas que consideram uma relação fortemente positiva, quanto as que consideram uma relação

fortemente negativa<sup>6</sup>; (ii) aquelas “neutras”, posto que não apresentaram resultados a favor ou contra a existência de uma relação entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos, e; (iii) aquelas contrárias à existência de tal relação.

Nível trófico do efeito	Categoria do efeito				
	(-2)	(-1)	0	(+1)	(+2)
Produtividade	2	0	4	0	15
Decomposição	0	0	5	1	5
Dinâmica	4	0	2	1	5
Fatores abióticos	3	0	7	1	4
Outros	4	1	6	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>30</b>

**Tabela 1** – Variável de efeito dependente da manipulação da biodiversidade e categoria do efeito, segundo os 71 experimentos analisados, onde: (-2) = relação fortemente negativa; (-1) = relação negativa fraca; (0) = relação nula; (+1) = relação positiva fraca; (+2) = relação fortemente positiva.

Das relações fortemente positivas encontradas, 50% delas se referem à produtividade do sistema – 15 experimentos, de um total de 30 –, enquanto as hipóteses contrárias à existência de uma relação entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos estavam distribuídas regularmente entre produtividade, propriedades dinâmicas<sup>7</sup>, fatores abióticos e outras variáveis. Vale notar ainda que a grande maioria das ausências de relação relatadas nos trabalhos se refere ao sistema

<sup>6</sup> Vale ressaltar que as hipóteses que apresentavam uma relação fortemente negativa foram, neste caso, incluídas na categoria “a favor” de uma relação entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos, pois uma relação negativa não denota, necessariamente, diminuição ou prejuízo do funcionamento ou da estabilidade do ecossistema. O que está em questão é apenas se a variação do efeito mensurado é inversamente proporcional à variação da biodiversidade manipulada.

<sup>7</sup> Propriedades dinâmicas são aquelas que levam em consideração a variável ‘tempo’ nas análises. Os exemplos mais frequentes, nos trabalhos analisados referem-se a resistência, resiliência e invariabilidade (e.g., Tilman & Downing, 1994; Tilman, 1996; Van Peer; Nijs; Bogaert; Verelst; Reheul, 2001).

“solo” – em relação tanto à decomposição quanto aos fatores abióticos. Dentre as relações consideradas nulas, 12 experimentos (50% do total) foram realizados neste sistema.

### 3.2 Conceito de biodiversidade

Os conceitos de biodiversidade usados atualmente são extremamente amplos e tornam, na prática, a medida da diversidade biológica consideravelmente complicada. Isso ocorre pela diversidade de possíveis medidas diferentes, cada uma delas dando ênfase a um aspecto particular da diversidade, como riqueza de espécies, abundância de espécies, variabilidade genética da população etc (Purvis & Hector, 2000). Nenhuma medida de diversidade é capaz, isoladamente, de representar de forma global as definições propostas.

	Diversidade infra-específica	Diversidade específica			Diversidade supra-específica	Múltiplos Níveis
	Variabilidade fenotípica	Riqueza	Abundância	Disparidade	Diversidade de Grupos Funcionais	
Produtividade	1	12	0	1	1	6
Decomposição	2	3	1	2	1	2
Propriedades dinâmicas	0	9	0	0	0	3
Fatores abióticos	1	7	0	2	1	4
Outros	0	5	0	0	4	3
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>18</b>

**Tabela 02** – Relação entre a frequência de ocorrência dos tipos de medidas de biodiversidade e as variáveis ecossistêmicas estudadas nos 71 experimentos analisados.

Na Tabela 2, podemos observar as relações entre as medidas de biodiversidade utilizadas nos 71 experimentos e as propriedades e-

cossistêmicas em relação às quais os efeitos de manipulação da biodiversidade foram avaliados.

Podemos observar, na Tabela 2, que 24 trabalhos (63% dos trabalhos experimentais) relatavam experimentos que utilizaram medidas de diversidade específica, sendo que 21 se referiam à riqueza de espécies, 3, à disparidade de espécies, e um, à abundância. Quatro artigos consideravam apenas medidas de diversidade supra-específica, referentes ao número de espécies nos grupos funcionais e ao número de grupos funcionais. Oito artigos optavam pela utilização de mais de uma medida de diversidade, sendo, em todos os casos, consideradas medidas de riqueza de espécies e de diversidade de grupos funcionais. Apenas 2 trabalhos utilizaram medidas de diversidade infra-específica – variabilidade fenotípica –, principalmente no caso de estudos das comunidades microbianas do solo.

Além disso, se considerarmos que a maioria dos trabalhos de “múltiplos níveis” leva em conta as diversidades específica e funcional, o número de artigos que utilizam a riqueza de espécies como medida de diversidade biológica se mostra ainda maior. Esta medida se mostra, portanto, bastante representativa dos trabalhos que avaliam as respostas da produtividade às variações na biodiversidade. Ainda sobre a produtividade, 7 experimentos (relatados em 33% dos artigos) assumem a diversidade funcional, tanto isoladamente quanto em conjunto com a riqueza de espécies.

Nos experimentos que avaliaram a resposta da decomposição à manipulação da biodiversidade, não houve prevalência significativa de nenhuma medida em particular. Já as propriedades dinâmicas foram amplamente avaliadas (75% dos experimentos) segundo medida específica – riqueza de espécies – da biodiversidade. Os experimentos que avaliaram o impacto da manipulação da biodiversidade sobre os fatores abióticos o fizeram segundo a riqueza de espécies (47%) e a diversidade funcional (27%). Vale ressaltar que, neste grupo, 2 trabalhos relatavam experimentos que empregavam a disparidade<sup>8</sup> como medida da biodiversidade.

---

<sup>8</sup> Disparidade é uma medida de biodiversidade que leva em conta a distância filogenética dos organismos que compõem uma dada comunidade ecológica (Magurran, 1988, p. 17).

### 3.3 Discussão sobre atribuição funcional

Em nenhum dos trabalhos experimentais analisados, foi possível identificar uma discussão epistemológica direta e explícita sobre a atribuição funcional realizada pelos autores. Alguns trabalhos de outra natureza apresentam afirmações como, por exemplo, a de Naeem, que ressalta que o termo função não implica ‘desígnio’ ou ‘propósito’, mas apenas atividade (Naeem, 1998, p. 39). Similarmente, em uma nota de pé de página do livro que apresenta uma síntese de um importante simpósio realizado em Paris<sup>9</sup>, em 2000, Naeem, Loreau & Inchausti afirmam:

Por ‘funcional’ ou ‘funcionamento’, nós nos referimos a atividades, processos, ou propriedades dos ecossistemas que são influenciadas por sua biota. Em nenhum caso, ‘propósito’ está inferido no nosso uso desses termos. (Naeem, Loreau & Inchausti, 2002, p. 3)<sup>10</sup>

Estes materiais, no entanto, não foram analisados aqui, visto que não satisfaziam os critérios de inclusão discutidos acima. Vale ressaltar ainda que, na análise de 131 artigos realizada em outro trabalho não foram encontradas discussões epistemológicas a respeito da atribuição funcional realizada, exceto no caso das que foram descritas acima.

Com base nos mecanismos explicativos utilizados para justificar o posicionamento dos autores frente à atribuição de função à biodiversidade, foi possível dividi-los em dois grandes grupos: (i) aqueles que defendem que a biodiversidade tem um papel funcional nos ecossistemas; e (ii) aqueles que afirmam que as funções são realizadas pelos organismos e, mais do que a função da biodiversidade em si, o que importa é entendermos quais os organismos compõem as comu-

---

<sup>9</sup> O simpósio realizado em Paris em 2000, sob o título “Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives”, chamado também de “Synthesis Conference”, teve como objetivos a busca de uma síntese teórica e empírica e a definição de áreas prioritárias de pesquisa neste campo.

<sup>10</sup> “By ‘function’ or ‘functioning’, we mean the activities, processes, or properties of ecosystems that are influenced by its biota. In no case is ‘purpose’ inferred in our usage of these terms.” (Naeem, Loreau & Inchausti, 2002, p. 3)

nidades ecológicas e como eles estão organizados. Neste último grupo, também se situam os autores que encontraram uma relação fracamente positiva entre a diversidade e os processos ecossistêmicos. Isso significa dizer que 43 das hipóteses testadas nos estudos experimentais (aproximadamente 61% do total de hipóteses analisadas) foram incluídos no primeiro grupo, enquanto 28 (39% das hipóteses), no segundo.

Após leitura detalhada dos trabalhos, fica evidente que os principais mecanismos explicativos usados para justificar a existência de uma relação entre a diversidade e as propriedades dos ecossistemas são os seguintes: *efeitos de amostragem (sampling-effects)*, *complementaridade de nicho e facilitação*. Por sua vez, aqueles utilizados para apoiar uma relação nula são os seguintes: *efeitos de composição das espécies e redundância funcional*.

Um dos debates mais controversos nos estudos sobre a relação diversidade-productividade diz respeito ao problema de se o efeito amplamente observado do aumento do número de espécies selecionadas randomicamente sobre o aumento da produtividade média (ou biomassa) é: 1) a conseqüência das interações entre as espécies, isto é, um efeito da diversidade, causado por processos como os de *facilitação* que acontece, por exemplo, com os efeitos de fertilização de um legume sobre uma gramínea, ou *complementaridade de nicho* entre as várias espécies que ocorre, por exemplo, entre grupos de duas ou mais espécies que produzem mais biomassa que um número maior de espécies poderia produzir, ou; 2) o resultado do aumento da chance da presença de uma ou poucas espécies altamente produtivas nas amostras estudadas, isto é, um artefato estatístico resultante da seleção randômica, chamado de probabilidade de seleção (*selection probability*) ou efeito de amostragem (*sampling effect*) (Huston & McBride, 2002).

Os autores que são contrários à hipótese de uma relação entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos podem ser divididos em dois grupos. De um lado, estão aqueles que defendem os *efeitos de composição de espécies* (ou também de identidade das espécies), que se referem aos traços, às propriedades ou às características específicas de cada espécie que, em conjunto com outras espécies exibin-

do outros traços, acabam por produzir altas taxas de processos ecossistêmicos. Neste caso, cada espécie é importante e a diversidade, enquanto medida global da riqueza de espécies, parece não ser tão importante quanto a identidade das espécies ali presentes. De outro lado, os defensores da redundância funcional afirmam que os efeitos da riqueza de espécies só são observados enquanto há grupos funcionais a serem preenchidos. Após o preenchimento de todos os grupos funcionais importantes para o funcionamento do ecossistema, a adição de mais espécies não afeta as taxas dos processos sistêmicos. Este último grupo é particularmente caracterizado por aqueles autores que apóiam uma relação fracamente positiva entre diversidade e funcionamento ecossistêmico.

### **3.4 Análise da atribuição de função à biodiversidade segundo a Visão do Papel Causal**

Como vimos acima, segundo a abordagem da análise funcional proposta por Cummins, dizer que a função de  $x$  é  $\Phi$  em um sistema  $s$  é dizer que  $x$  funciona como  $\Phi$  em  $s$ , relativo a uma abordagem analítica  $A$  da capacidade de  $s$  de  $\psi$ , no caso em que  $x$  é capaz de  $\Phi$  em  $s$  e  $A$  dá conta, apropriada e adequadamente, da capacidade de  $\psi$  em parte por um apelo à capacidade de  $x$  fazer  $\Phi$  em  $s$  (Cummins, [1975], p. 190).

Para entendermos tal abordagem, precisamos considerar o sistema  $s$  e a sua capacidade de realização de uma propriedade  $\psi$ , de modo que algum  $x$ , que é parte do sistema  $s$ , tem a função de realizar a propriedade  $\Phi$ , que contribui para a realização da propriedade sistêmica  $\psi$ , segundo uma abordagem analítica  $A$ . Neste caso, a principal dificuldade que rapidamente aparece é a de optar por uma abordagem analítica específica do sistema  $s$ , que seja *adequada e apropriada*, e, além disso, seja capaz de explicar a capacidade do sistema de realizar  $\psi$ , apelando à capacidade de  $x$  realizar  $\Phi$ . Uma abordagem analítica apropriada, segundo Cummins, é aquela realizada de acordo com um quadro referencial no qual a propriedade do sistema é capaz de realizar uma determinada função (Cummins, [1975], p. 190).

Podemos inicialmente notar que a atribuição de função realizada pelos ecólogos está sendo feita a uma entidade que é, em princípio,

teórica – a *biodiversidade*. Por “biodiversidade”, entende-se um conceito amplo, multifacetado e dificilmente resumido em uma única formulação. Quando observamos os mecanismos explicativos propostos pelos autores que realizam uma atribuição de função à biodiversidade, há sempre o recuo para as espécies, ou até mesmo para os organismos individuais, seja por meio do *efeito de amostragem*, seja por meio das *interações positivas* entre as espécies. Caso consideremos que as espécies ou os organismos constituem o nível inferior de análise, e a biodiversidade se apresenta como propriedade do sistema (no nível focal de análise), resultante da interação de organismos ou espécies e das restrições impostas por sistemas mais amplos, afirmar que a função da biodiversidade é  $\Phi$  em um sistema  $s$  corresponderá a afirmar que as espécies ali presentes realizam  $\Phi$  no ecossistema, em relação a esta abordagem analítica. A biodiversidade seria, então, tratada como uma propriedade do sistema, ou seja, seria assumida uma visão realista da biodiversidade como conceito teórico. Além disso, a capacidade do ecossistema de realizar a propriedade  $\psi$ , digamos, a manutenção de determinados níveis de produtividade ou de estabilidade, poderia ser entendida a partir do fato de que as espécies, por meio das interações positivas ou do efeito de amostragem, são capazes de realizar  $\Phi$ .

Cabe, ainda, discutirmos o que seria a propriedade  $\Phi$  das partes (os organismos ou espécies) em relação à propriedade  $\psi$  do todo (ecossistema), seja ela a produtividade ou a estabilidade. Falar das propriedades das partes é falar não só das características intrínsecas das partes, mas também de como elas estão organizadas, estruturadas, ou seja, de como interagem, condicionando o comportamento umas das outras. Entender quais os organismos/espécies presentes em um ecossistema, quais as restrições ambientais impostas por sistemas mais amplos, e, principalmente, qual o resultado da interação entre os organismos ali presentes, parece fundamental para a discussão sobre a relação entre as propriedades das partes e a propriedade do todo, que se coloca necessariamente, quando assumimos a abordagem de Cummins para a análise funcional.

A análise da atribuição de função segundo a visão do papel causal deixa claro que é bem mais complicado do que se imagina realizar

uma atribuição funcional à biodiversidade. Parte do problema reside na legitimidade de assumir-se uma visão realista sobre a biodiversidade, ou seja, de entendê-la como um conceito teórico que se refere a uma propriedade real dos ecossistemas. Parte do problema reside na compreensão da relação entre os mecanismos que operam ao nível das partes dos ecossistemas (e, logo, as capacidades destas partes) e a função da biodiversidade, propriamente dita, o que implica a difícil questão de qual a abordagem analítica mais apropriada para o ecossistema.

Esses argumentos sugerem que o uso da visão do papel causal, proposta por Cummins [1975], como base epistemológica para entender a atribuição de função no BEFP poderia aproximar os dois grupos de autores mencionados acima. Isso porque essa abordagem permite explicar como o funcionamento do sistema e uma possível função da biodiversidade poderiam ser explicados com base nas capacidades das partes do sistema, no contexto de uma abordagem analítica definida. Coloca-se, assim, como tarefa essencial para o progresso do BEFP a elaboração de uma abordagem analítica capaz de decompor o ecossistema em partes de maneira que seja possível visualizar a biodiversidade como uma propriedade desse sistema complexo, e sua função como analisável em termos das funções das partes definidas por tal abordagem analítica (digamos, organismos ou espécies).

Tendo em vista que os ecossistemas são exemplos paradigmáticos ou prototípicos de sistemas complexos, englobando grande número de entidades interagentes, múltiplas escalas de observação e uma dinâmica, na maioria dos casos, não-linear, parece-nos extremamente instigante pensar a complexidade ecológica como ponto de partida dos estudos sobre o funcionamento dos sistemas ecológicos.

Ao propor uma abordagem analítica adequada desse sistema complexo, os autores poderiam não só resolver a dicotomia encontrada neste campo de pesquisa, aproximando aqueles que contrários e favoráveis a uma relação entre a biodiversidade e os processos ecossistêmicos, mas, também, propor uma unificação das medidas de biodiversidade utilizadas no BEFP. Além disso, ao apresentar os mecanismos explicativos utilizados pelos ecólogos para justificar o papel

funcional da biodiversidade, seja ele o efeito de amostragem ou as interações positivas, nota-se que eles acabam por atribuir às espécies e aos organismos, em última análise, a realização das funções supostamente atribuídas à biodiversidade. Parece essencial, então, explicar a capacidade ou função de uma propriedade do todo (a biodiversidade) recorrendo às capacidades das suas partes, e a abordagem de Cummins fornece uma moldura teórica potencialmente adequada para tal tarefa.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visão do papel causal, proposta por Cummins [1975], apresenta um referencial heurísticamente fértil para muitos campos da biologia e, no caso do presente artigo, em particular, para um novo e influente campo da pesquisa ecológica, o BEFP. A explicação da função da biodiversidade a partir das capacidades das partes do ecossistema, com base nesta abordagem, é um caminho promissor para o avanço de debates centrais deste programa de pesquisa. Um passo essencial será a proposição de uma abordagem analítica capaz de decompor adequadamente o ecossistema, visando a explicação da função da biodiversidade a partir das capacidades de componentes. Isso poderia apontar caminhos interessantes para a resolução da dicotomia identificada neste campo de pesquisa – na qual alguns autores prescrevem um papel funcional para a biodiversidade enquanto outros negam a existência de uma relação entre a biodiversidade e as propriedades ecossistêmicas –, além de sugerir um referencial potencialmente fértil para a unificação das medidas de biodiversidade utilizadas neste campo, mediante a seleção das medidas mais apropriadas à abordagem analítica proposta.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, Paulo. Naturalismo epistemológico: apresentação. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, série 3, **8**: 7-26, 1998.
- ALMEIDA, Ana Maria Rocha de. *O papel funcional da diversidade biológica: uma análise da atribuição de função à biodiversidade nas ecologia das últimas décadas*. (Dissertação de Mestrado em Ensino de História e Filosofia das Ciências). Salvador: Instituto de

- Física, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, 2004.
- CAMEROM, Tom. 2002: The year of the “diversity-ecosystem function” debate. *Trends in Ecology and Evolution* **17**: 495-496, 2002.
- CUMMINS, Robert. Functional Analysis. Pp. 169-196, in: ALLEN, Colin; BEKOFF, Mark & LAUDER, George. *Nature's purpose: analyses of function and design in biology* [1975]. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- GODFREY-SMITH, Peter. Functions: consensus without unity. *Pacific Philosophical Quarterly* **74**:196-208, 1993.
- HUSTON, Michael & McBRIDE, Allen. Evaluating the relative strengths of biotic versus abiotic controls on ecosystem processes. Pp. 47-60, in: LOREAU, Michel; NAEEM, Shahid & INCHAUSTI, Pablo (eds.). *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- LOREAU, Michel; NAEEM, Shahid; INCHAUSTI, Pablo. Perspectives and challenges. Pp. 237-242, in: LOREAU, Michel; NAEEM, Shahid & INCHAUSTI, Pablo (eds.). *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- MAGURRAN, Anne E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 1988.
- NAEEM, Shahid. Species redundancy and ecosystem reliability. *Conservation Biology* **12** (1): 39-45, 1998.
- . Ecosystem consequences of biodiversity loss: the evolution of a paradigm. *Ecology* **83** (6): 1537-1522, 2002.
- NAEEM, Shahid; LOREAU, Michel & INCHAUSTI, Pablo. Biodiversity and ecosystem functioning: the emergence of a synthetic ecological framework. Pp. 3-17, in: LOREAU, Michel; NAEEM, Shahid & INCHAUSTI, P. (eds.). *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford, Oxford University Press, 2002.
- PURVIS, Andy & HECTOR, Andy. Getting the measure of biodiversity. *Nature* **405**: 212-219, 2000.
- SANKARAN, Mahesh & McNAUGHTON, Samuel J. Determinants

- of biodiversity regulate compositional stability of communities. *Nature* **401** (6754): 691-693, 1999.
- TILMAN, David. Biodiversity: Population versus ecosystem stability. *Ecology* **77** (2): 350-363, 1996.
- TILMAN, David & DOWNING, John A. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* **367** (6461): 363-365, 1994.
- VAN PEER, Liesbeth; NIJS, Ivan; BOGAERT, Jan; VERELST, Iris & REHEUL, Dirk. Survival, gap formation, and recovery dynamics, in grassland ecosystems exposed to heat extremes: The role of species richness. *Ecosystems* **4** (8): 797-806, 2001.
- WRIGHT, Larry. Functions. Pp. 51-78, in: ALLEN, Colin; BEKOFF, Mark & LAUDER, George. *Nature's purpose: analyses of function and design in biology* [1975]. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.



## O animal como outro sensível: o discurso de John Coetzee, a mente darwiniana e a questão da ética animal

---

André Luis de Lima Carvalho\*

Ricardo Waizbort\*\*

---

### 1 INTRODUÇÃO

Os debates atuais relacionados ao campo da ética animal – ou *zooética* – vêm ganhando terreno em todo o mundo ocidental nesse início do século XXI, inclusive no Brasil. O aumento de traduções para o português de obras a respeito desse tema atesta o crescente interesse do público por essa questão. Dentre estes se destacam o recém-publicado *Empty cages (Jaulas vazias)*, do filósofo Tom Regan (2006) e a tardia, mas apropriada tradução para o português do livro *Animal liberation (Libertação animal)*, do filósofo Peter Singer, publicado nos Estados Unidos na década de 1970, e considerado um clássico da discussão nesse campo (Singer, 2004).

Mas nem somente de discussões explicitamente filosóficas se alimenta a zooética. Outro livro publicado recentemente no Brasil, intitulado *The lives of animals (A vida dos animais)*, é obra não de um filósofo, mas de um romancista sul-africano, laureado com o Prêmio

---

\* Estudante de doutorado no Curso de Pós-Graduação em História das Ciências da Saúde, Casa de Oswaldo Cruz / FIOCRUZ. Rua Cosme Velho, 315, bloco 1, apto 703, Cosme Velho, 22241-090 Rio de Janeiro, RJ. E-mail: acbiop-si@yahoo.com.br

\*\* Programa de Pós-Graduação em História das Ciências da Saúde, Casa de Oswaldo Cruz / FIOCRUZ. Av. Brasil, 4036, 4º andar, sala 417, Manguinhos, 21040-361 Rio de Janeiro, RJ. E-mail: ricardowaizbort@yahoo.com.br

Nobel de Literatura em 2003: John Coetzee (2003). O objetivo principal desse artigo é o de levantar algumas implicações éticas da noção darwiniana de mente animal e articulá-las com o discurso de Elizabeth Costello, personagem fictícia que protagoniza a obra de Coetzee. Acreditamos que emerge dos discursos desses dois autores, e de outros aqui contemplados – a saber, Peter Singer e Barbara Smuts – um animal que se destaca como um *outro* mentalmente complexo e sensível, que partilha com os humanos uma (outra) vida cheia de expectativas, desejos, prazeres e valor intrínseco. Respeitando a ordem de precedência histórica, no entanto, antes de analisar o discurso de Coetzee começaremos por apresentar as concepções e argumentos darwinianos que servirão como referências para as discussões que desejamos estabelecer.

## 2 A TEORIA DA ORIGEM COMUM E O ANIMAL DARWINIANO

A discussão ética a respeito das relações entre homens e animais não é uma invenção da modernidade; ela tem raízes históricas e filosóficas talvez tão antigas quanto a própria tradição do pensamento ocidental (Guerrini, 2003, p. ix), e no século XVIII muitos eram os pensadores europeus preocupados com um tratamento humanizado aos animais (Garret, 2000). Ainda assim, a entrada em cena do darwinismo, em meados do século XIX, tem implicações profundas nessa discussão. E de todas as inovadoras concepções darwinianas, a que tem uma relação mais direta com essa questão é a tese da *origem comum*, apresentada já na primeira edição do *Origem das espécies*, em 1859 (Darwin, 2002). A tese da origem comum (*community of descent*) postula ter a vida surgido uma única vez no planeta, e que todos os seres vivos seriam descendentes desse “primeiro ser animado” (Darwin, 2002, p. 380). Isso implicava uma herança biológica ancestral partilhada por todos os seres vivos.

A tese darwiniana da origem comum entre animais e homens representa uma contribuição fundamental e decisiva para o destronamento do homem de seu lugar de senhor absoluto do mundo natural, motivo pelo qual o biólogo Ernst Mayr a considera a “primeira revo-

lução darwiniana”<sup>1</sup> (Mayr, 1998, p. 140). E é por esse mesmo motivo que o advento do darwinismo transforma de maneira profunda o cenário da discussão ética da exploração dos animais. James Rachels (1998, p. 152) argumenta que antes de Darwin, nossa compreensão da natureza dos animais não-humanos era baseada num quadro do mundo caracterizado por um abismo entre as naturezas animal e humana, estabelecido de uma vez por todas por Deus em seu ato original de criação. Darwin, porém, ao postular a ancestralidade compartilhada entre todos os viventes, propiciara um novo quadro, que, uma vez adotado, impunha a visão dos animais como seres moralmente significativos.

Embora a tese da origem comum já esteja presente no *Origin*, publicado em 1859, somente 12 anos depois Darwin publicaria uma obra na qual se dispunha a tratar explicitamente da origem do homem e de sua evolução como produto dos mesmos processos evolutivos responsáveis por toda a diversidade da vida no planeta. Essa obra intitulava-se *The descent of man and selection in relation to sex* (Darwin, 1998a [1871]), e foi seguida, um ano depois, de um volume de temática mais específica, intitulado *The expression of emotions in man and animals* (Darwin, 1998b [1872]). Seria principalmente nessas duas obras que Darwin teceria a complexa trama de sua teoria da mente.

É a partir dessas obras que fica claro que, na concepção de Darwin, a continuidade entre animais e humanos não se restringia ao domínio físico. Embora Darwin não negasse a imensa distância entre as mentes animal e humana, como tenaz defensor do “princípio de continuidade” ele insistia que essa diferença não era de tipo, mas *de grau*. A vida mental já não era, portanto, um atributo exclusivo da espécie humana, mas um produto dos processos naturais e históricos da evolução biológica no planeta. A explicação darwiniana do advento da mente se caracterizava como essencialmente naturalística, dispensando totalmente quaisquer componentes teológicos: a partir de algum momento no processo evolutivo, alguns dos ramos da árvore

---

<sup>1</sup> A segunda revolução, segundo Mayr (1998), seria aquela causada pela teoria da seleção natural, cujos impactos não foram de todo assimilados até os dias de hoje (Dennet, 1998, p. 11).

da vida teriam começado a gerar seres com um novo atributo adaptativo: a mente. Em Darwin essa mente não mais é, portanto, o grande distintivo demarcador da singularidade humana. Na verdade, o primeiro broto de mente a florescer na árvore da vida surge antes, muito antes do homem. Nasce como mente animal, em ramos muito mais antigos da árvore da vida. (Darwin, 1998a [1871]; 1998b [1872]).

### 3 A MENTE ANIMAL DEPOIS DE DARWIN: ECLIPSE E RENASCIMENTO

As teses de Darwin sobre a mente animal triunfariam por duas ou três décadas no coração do pensamento acadêmico da Inglaterra e de outros pólos do saber científico. Entretanto a partir do fim desse século e das primeiras décadas do século XX ocorreria uma reviravolta, uma espécie de *eclipse da mente animal*. Em reação à credulidade do mentalismo darwinista, os behavioristas radicais passaram a defender que os animais não pensavam; simplesmente respondiam a estímulos, e seu comportamento seria sempre inconsciente, automático, baseado em reflexos (Ridley, 2003, p. 11). A ênfase voltava a recair sobre as *diferenças* – e não mais sobre as *semelhanças* – entre animais e homem, e em meados do século XX a idéia de *mente animal* passaria a constituir uma verdadeira heresia científica (Ridley, 2003, p. 13).

Essa postura começaria a ter sua hegemonia minada, porém, a partir da década de 1960, graças em grande parte às descobertas, esforços e discursos de dois autores: Jane Goodall e Donald Griffin. As pesquisas da primatóloga Jane Goodall com chimpanzés selvagens da Tanzânia, desde 1960, apresentaram ao mundo animais de uma complexidade mental inimaginável. Os chimpanzés de Goodall desenvolviam astuciosas estratégias de caça; faziam incursões de manança em territórios alheios; transmitiam por meio de mecanismos de tradição cultural hábitos individualmente adquiridos que otimizavam o aproveitamento dos recursos disponíveis; articulavam manobras sofisticadas de “xadrez social”, e demonstraram uma habilidade significativa na manipulação de ferramentas (Goodall, 1991).

Já o professor Donald Griffin, considerado um dos fundadores da etologia cognitiva, figura entre os principais responsáveis pelo retorno do debate acerca da legitimação da noção de *mente animal* nos

fóruns acadêmicos<sup>2</sup>. Desde sua primeira obra sobre o tema, publicada em 1976 (Griffin, 1976), esse autor reuniu, à maneira de Darwin, centenas de exemplos que evidenciam a existência de complexos processos mentais sofisticados em animais pertencentes aos mais diversos grupos taxonômicos, além de construir sólidos argumentos lógicos em defesa de suas teses.

A partir desses rearranjos propostos e promovidos pelos esforços pioneiros de pesquisadores como Goodall e Griffin, uma nova atitude passava a ser gradativamente adotada quanto à percepção que a comunidade acadêmica, e mesmo a opinião pública, teriam do comportamento e, também, da sensibilidade animal. Um dos resultados disso foi a incorporação desses novos discursos e evidências a respeito da complexidade das faculdades cognitivas dos animais em um debate acadêmico, que se (re)materializou na década de 1970, a respeito da ética animal, encabeçado por nomes como o psicólogo inglês Richard Ryder (Ryder, 1989) e o filósofo australiano Peter Singer (Singer, 2004).

#### 4 COETZEE, COSTELLO E SULTÃO

Em 1997, o escritor John Coetzee foi convidado a proferir duas palestras sobre um relevante tema ético nas *Tanner Lectures*, tradicional encontro acadêmico da Universidade de Princeton. O título que deu à sua fala, posteriormente convertida em livro, foi *A vida dos animais* (Coetzee, 2002). As conferências de Coetzee, porém, se afastam muito dos habituais ensaios filosóficos típicos de uma *Tanner Lecture*; são narrativas ficcionais. Esse autor convidou seus ouvintes a imaginar um encontro acadêmico, de formato praticamente idêntico ao das próprias *Tanner Lectures*, no qual a personagem Elizabeth Costello, também uma romancista, é convidada por seus anfitriões de *Appleton College* a proferir duas conferências sobre um assunto de sua escolha para a Palestra *Gates* Anual dessa instituição. Assim como Coetzee, Costello surpreende a todos: ela opta por discorrer não

---

<sup>2</sup> Essa discussão está longe de esgotada. O próprio Griffin relata a resistência, ainda atual dos etólogos cognitivos e outros cientistas, à adoção do conceito de mente animal e em evitar afirmar que os animais possam ser dotados, por exemplo, de pensamento consciente (Griffin, 1992).

sobre literatura ou crítica literária, mas sobre as formas como o ser humano trata os animais.

Ao fim da obra, quatro comentadores discutem a forma e o conteúdo das palestras de Coetzee. São eles: a teórica literária Marjorie Garber; o filósofo Peter Singer; a teóloga Wendy Doniger e a primatóloga Barbara Smuts. Neste artigo o pensamento de dois desses comentadores será analisado: o de Singer e Smuts, por entendermos que suas abordagens têm maior relevância e pertinência no que diz respeito ao tema de nosso estudo.

Para fazer justiça à complexidade da trama e da estratégia retórica de Coetzee, é importante esclarecer que, ao optar por uma narrativa ficcional com várias personagens, esse autor acaba por expor não um, mas vários pontos de vista. Não apenas Costello, a protagonista, tem voz. John Bernard, seu tímido filho, professor de física e astronomia da Appleton, sua nora, Norma e outras personagens apresentam diversos questionamentos às idéias defendidas por Costello, mas suas teses não serão aqui apresentadas, pois não as consideramos essenciais às questões que desejamos discutir. Também não temos a intenção de pormenorizar o discurso de Costello. Nosso propósito é o de selecionar algumas passagens mais significativas que ilustrem de maneira adequada o pensamento da personagem e os argumentos de Coetzee a respeito de questões relativas à ética animal.

Um bom exemplo da forma como Costello articula suas teses diz respeito à sua análise de um estudo experimental conduzido no início do século XX, sobre a capacidade de raciocínio em chimpanzés. O psicólogo alemão Wolfgang Kohler liderou uma pesquisa na qual chimpanzés cativos eram submetidos a dificuldades crescentes para alcançar bananas que lhes serviam de alimento. Essas bananas eram inicialmente colocadas diretamente no chão da jaula, mas posteriormente diversas situações experimentais testavam a capacidade de raciocínio dos animais. Num desses testes um cacho de bananas é pendurado no teto, demasiado alto para ser alcançado pelos chimpanzés, mas são colocados na jaula vários caixotes de diferentes tamanhos, que podem ser dispostos uns sobre os outros. Em outro experimento o cacho é colocado do lado de fora da jaula, longe do alcance desses primatas. A única forma de alcançar as bananas, dessa vez, é

encaixando diversas varas que foram deixadas na jaula. Dentre os chimpanzés do grupo estudado um deles, chamado Sultão, se destacou em todas as situações como especialmente inteligente, aprendendo mais rapidamente que os outros. como empilhar as caixas ou encaixar as varas para ter acesso às bananas.

Em sua análise do experimento Costello faz uma crítica mordaz à mentalidade do pesquisador e à artificialidade do experimento, e aponta como as expectativas rasas resultantes dos preconceitos do pesquisador quanto às possibilidades do chimpanzé promovem um empobrecimento do estudo, por induzir a uma restrição das respostas comportamentais do animal:

A cada vez Sultão é levado a ter o pensamento menos interessante. Da pureza da especulação – por que os homens se comportam assim? – ele é impiedosamente impelido ao raciocínio mais baixo, prático, instrumental – como usar isso para conseguir aquilo? – e assim à aceitação de si mesmo primordialmente como um organismo com um apetite a ser satisfeito. Embora toda a sua história, desde o momento em que sua mãe foi morta e ele foi capturado, passando pela viagem numa jaula até a prisão neste campo, desta ilha, e os jogos sádicos que ali se realizam com a comida, tudo o leva a questionar a justiça do universo e o lugar que nele ocupa esta colônia penal, na qual um regime psicológico cuidadosamente planejado o leva para *longe* da ética e da metafísica em direção ao humilde domínio da razão prática. (Coetzee, 2002, p. 36; grifo do autor)

Junto a essa crítica contundente, Costello propõe diversas outras preocupações possíveis que poderiam, no entendimento dela, se passar na mente de Sultão ao ser privado de seu alimento fácil. Preocupações que a concepção e o formato do experimento não levam em conta, e cujo desenvolvimento é tolhido:

Por que ele está me deixando passar fome? Ou: o que foi que eu fiz? Por que ele parou de gostar de mim? Ou ainda: por que ele não quer mais esses caixotes? [...] Até mesmo um pensamento mais complicado – por exemplo: qual é o problema dele? Que conceito errado ele faz de mim que o leva a acreditar que é mais fácil para mim chegar até uma penca de bananas pendurada num fio do que pegar as bananas no chão? (Coetzee, 2002, p. 35)

Com toda essa construção retórica e lírica, Costello opõe ao chimpanzé pragmático de Kohler um outro chimpanzé, imensamente mais denso em sua subjetividade:

No seu ser mais profundo, Sultão não está interessado no problema da banana. Só a mente do experimentador, obsessivamente voltada para o problema, é que o força a se concentrar nele. A questão que realmente o ocupa, como ocupa o rato e o gato e qualquer outro animal aprisionado no inferno de um laboratório ou de um zoológico é a seguinte: onde está a minha casa e como chego lá? (Coetzee, 2002, p. 37)

Essa fala da personagem é de grande importância na argumentação do autor: fora de seu ambiente natural, privado das condições que o possibilitem exercer sua natureza mais profunda, a vida de um animal tem seu sentido deslocado. Um chimpanzé enjaulado é um animal mutilado, alijado de sua verdade fundamental, presa de intenso sofrimento emocional. Um animal cativo é mais que um prisioneiro; é também um exilado.

## 5 ALÉM DOS CONFINES DO HOMEM: A SIMPATIA, FACULDADE DO CORAÇÃO

Costello é uma crítica da adoção da razão como parâmetro nas liberações éticas. Questiona quaisquer tentativas de atribuição de valores diferentes a diferentes seres a partir do grau de racionalidade dos mesmos:

Quem diz que a vida importa menos para os animais do que para nós nunca segurou nas mãos um animal que luta pela vida. O ser inteiro do animal se lança nessa luta, sem nenhuma reserva [...] todo o seu ser está na carne viva. (Coetzee, 2002, p. 78)

Afirmando que muitos acadêmicos alheios ao sofrimento animal assim procedem porque no exercício da racionalidade pura e descarnada “fecharam seus corações”, Costello defende que “o coração é sítio de uma faculdade, a simpatia, que, às vezes, nos permite **partilhar o ser do outro**” (Coetzee, 2002, p. 43, grifo nosso). É essa faculdade moral que a palestrante elege para fundamentar sua proposta ética. Evocando a *imaginação simpatizante*, Costello alega que por

meio do recurso da “invenção poética” um escritor suficientemente sensível pode experimentar a essência de qualquer animal (Coetzee, 2002, p. 63).

Charles Darwin, ao contrário de Costello, foi um grande promotor e entusiasta da racionalidade científica como componente de um projeto civilizador. Mas essa comoção com o sofrimento animal também está presente no discurso desse naturalista, como se pode observar na passagem abaixo:

Sabe-se de um cão que, na agonia da morte, afagou seu dono. E todos já ouviram falar do cão que, enquanto sofria durante uma viviseção, lambeu a mão daquele que o operava. Esse homem, a menos que tal operação tenha sido totalmente justificada por um aumento no conhecimento, ou que tivesse um coração de pedra, deve ter sentido remorso até a última hora de sua vida. (Darwin, 1998a [1871], p. 71)

Aqui chama a atenção a explicitação de uma visão ética de Darwin quanto ao relacionamento entre homem e animal. E o fato de que o apelo é feito a que se considere acima de tudo o aspecto emocional, o amor fiel e incondicional de um cão sacrificado por um homem que traiu suas expectativas afetivas, que não soube honrar sua devoção a ele. Além disso, à semelhança da personagem de Coetzee, Darwin também depositava grandes expectativas na faculdade da simpatia:

À medida que o homem avança em civilização, e que pequenas tribos se unem em comunidades maiores, a razão mais simples ensinaria a cada indivíduo que ele deve estender seus instintos sociais e simpatias para todos os membros da mesma nação, mesmo que pessoalmente desconhecidos dele. Havendo esse ponto sido alcançado, não resta senão uma barreira artificial a impedir que suas simpatias se estendam aos homens de todas as nações e raças. [...] **A simpatia para além dos confins do homem**, ou seja, o tratamento humanitário dos animais inferiores, parece ser uma das últimas aquisições morais. [...] Tal virtude, uma das mais nobres com as quais o homem é dotado, parece emergir incidentalmente [do fato] de nossas simpatias irem se tornando mais ternas e amplamente difundidas, até se estenderem para todos os seres sencientes. (Darwin, 1998a [1871], p. 126; grifo nosso)

Note-se, no trecho acima, a proposta de uma “simpatia para além

dos confins do homem” a partir de um contato sensível mediado por essa “faculdade do coração”, nas palavras de Costello (Coetzee, 2002, p. 43). Procederemos, em seguida, a uma análise de alguns pontos enfatizados pelos dois comentadores que elegemos para inclusão em nossas discussões: Barbara Smuts e Peter Singer.

## 6 OS COMENTADORES

.Barbara Smuts, uma das comentadoras do pensamento de Costello/Coetzee que se manifestam no apêndice da obra, é uma primatóloga que estuda babuínos selvagens. Compartilhando da visão da personagem a respeito das possibilidades mediadas pela faculdade da simpatia, Smuts relata suas experiências de campo com babuínos. A cientista explica que em seu trabalho o aspecto objetivo era apenas parte de sua tarefa, que incluía também “o desafio físico de funcionar em uma paisagem desconhecida”. Para dar conta desse desafio foi preciso “aprender com meus mestres [os babuínos] como ser um grande primata africano” (Smuts, *apud* Coetzee, 2002, p. 131). E diz que “assim me tornei (ou melhor, reconquistei meu direito ancestral de ser) um animal, me deslocando instintivamente por um mundo que sentia (porque era) como meu antigo lar”, o que a permitiu compreender a partir de uma experiência interna o estado básico desses animais, “que parecia ser de uma apreciação prazerosa de ser um corpo babuíno numa terra babuína” (*ibid.*, p. 131-2).

Mas é nessa mesma chave de compreensão, na idéia da possibilidade de partilhar o ser do outro, que Smuts chama a atenção do leitor para uma passagem na qual Thomas O’Hearne, professor de filosofia em Appleton, acusa os defensores dos animais de terem como bandeira uma alegada e impossível comunhão com os animais. O professor afirma que “não dá para ser amigo nem de um marciano nem de um morcego, pela simples razão de termos muito pouco em comum com eles” (Coetzee, 2002, p. 78). Smuts comenta, a respeito desse trecho, que “embora Costello refute muitas outras afirmativas de O’Hearne, ela fica inexplicavelmente calada diante desta, tão fácil de refutar”. A primatóloga pergunta “por que Elizabeth Costello não menciona o relacionamento com seus gatos como fonte importante de seus conhecimentos sobre outros animais, e sua atitude em relação

a eles?” (Smuts, *apud* Coetzee, 2002, p. 129).

Relatando suas experiências, Smuts explica que foi compelida pelas circunstâncias “a explorar o terreno da intersubjetividade humano-babuíno” (Smuts, *apud* Coetzee, 2002, p. 132). Referindo-se à explicação de Costello a respeito das propriedades da simpatia, afirma que “para o coração partilhar verdadeiramente o ser de outrem, tem de ser um coração encarnado, preparado para encontrar diretamente o coração encarnado de outrem” (*ibid.*, p. 129). E afirma que ela própria encontrou esse “outro” repetidamente, ao longo de anos passados na companhia de “pessoas não-humanas”, as quais incluíram gorilas, chimpanzés, babuínos e golfinhos, além de sua cachorra Safi (*ibid.*, p. 130). Embora despreocupada quanto a formalizar um instrumental conceitual, Smuts defende, ao longo de toda a sua fala, a legitimidade da concepção de indivíduos de muitas espécies animais como *pessoas*, com base em suas particularidades comportamentais e temperamentos individuais distintos, sua capacidade de reconhecimento individual dos membros do grupo, seu estabelecimento de relações diferenciais de amizade, hostilidade, rivalidades, preferências (*ibid.*, p. 128-145).

À maneira de Costello, Smuts diz que sua vida a convenceu de que “os limites que encontramos em nossas relações com outros animais refletem [...] a visão estreita com que pensamos quem são eles e que tipos de relações podemos ter com eles”. Mas vai além de Costello na insistência da possibilidade do estabelecimento de relações diretas de amizade genuína entre humanos e pessoas não-humanas (Smuts, *apud* Coetzee, 2002, p. 145).

Peter Singer, por sua vez, contesta Elizabeth Costello em mais de um ponto, mas vamos nos concentrar, aqui, na questão da avaliação do valor inerente de diferentes formas de vida. Embora Singer seja um crítico de posturas especistas, e defenda que as vidas animais têm valor inerente, e não apenas instrumental (Singer, 2002a, p. 126), ele não concorda com a posição de Costello, segundo a qual uma vida animal nunca tem, em si, menos valor que uma vida humana. Singer sustenta que no estabelecimento de prioridades, quando se faz necessário escolher entre tirar ou não a vida de um ser em prol da vida de outro, é importante que se leve em conta a qual daqueles dois indiví-

duos sua própria vida fará mais falta. Dessa forma, explica o filósofo, um ser humano normal, dotado de todas as faculdades mentais típicas de um ser humano, tem mais a perder, caso lhe seja a tirada a vida, do que um cão, por exemplo, uma vez que os humanos são dotados de algumas faculdades mentais que faltam aos cães, como a auto-consciência, a preocupação com o futuro, a construção de trajetórias pessoais. Em suma, o ponto que o filósofo deseja mostrar é que o valor de uma existência é proporcional à riqueza de seu horizonte de experiências, ou seja, diferentes existências são dotadas de valores intrínsecos, sim, mas não os mesmos valores (Singer, 2002b, p. 105).

## **7 CONCLUINDO: A MENTE DARWINIANA E O ANIMAL SENSÍVEL**

Apresentamos neste trabalho o discurso de diferentes pensadores a respeito da subjetividade mental animal, e debatemos e contrastamos as implicações éticas levantadas por eles no que diz respeito às formas moralmente legítimas de relações entre animais e humanos. Queremos, agora, voltar a enfatizar a importância das proposições de Charles Darwin. Entendemos que, independente das referências dos autores em questão a Darwin serem ou não explícitas, a concepção de mente animal estabelecida por Darwin está na base da própria concepção do que seria a vida interna de um animal. Pois Darwin (1998a [1871]; 1998b [1872]) descreve e estabelece um animal dotado de grande inteligência e sensibilidade. Um animal caracterizado pela posse de diversas e complexas faculdades mentais, que experimenta uma ampla gama de emoções e, portanto, tem, muito a perder com a perda da própria vida, rica em experiências, memórias, expectativas.

Em decorrência de sua relação de ancestralidade compartilhada – e, portanto, de continuidade mental – com os humanos, esse animal darwiniano fundamenta as discussões zooéticas atuais, por vezes de forma explicitada (Rachels, 1998; Regan, 2006, p. 70; Singer, 2002a, p. 107), noutras de forma implícita. Não há como não ver o espectro de Darwin, por exemplo, por trás da formação acadêmica de primatólogas do quilate de Goodall e Smuts. Mesmo no discurso de John Coetzee, esse animal darwiniano se faz visível, com força poética. Aliás, o animal darwiniano, com toda sua rica vida subjetiva e sofis-

ticadas capacidades mentais, está muito mais próximo do chimpanzé descrito por Costello / Coetzee que de um primata simplório cuja única motivação na vida seria descobrir como alcançar uma penca de bananas.

Também aproxima esses autores a valorização da simpatia como uma faculdade do coração, um conjunto de competências mentais, morais e relacionais que permitem que um indivíduo partilhe o ser do outro. Divergências à parte, poderíamos, em suma, afirmar que todos os autores aqui mencionados compartilham da proposta de Darwin, de extensão das preocupações e deliberações éticas da humanidade até uma “simpatia para além dos confins do homem”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COETZEE, John (ed.). *A vida dos animais*. Tradução de José Rubens Siqueira. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- DARWIN, Charles. *Origem das espécies*. [1859]. Tradução de Eugênio Amado. Belo Horizonte: Itatiaia, 2002.
- . *The descent of man*. [1871]. New York: Prometheus Books, 1998a.
- . *The expression of the emotions in man and animals*. [1872]. New York: Oxford University Press, 1998b.
- DENNET, Daniel. *A perigosa idéia de Darwin*. Tradução de Talita M. Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco, 1998.
- GARRET, Aaron V. (ed.). Introduction. Vol. 1, in: *Animal rights and souls in the Eighteenth Century*. Bristol: Thoemmes Press, 2000<sup>3</sup>.
- GHISELIN, Michael. An evolutionary psychology. In: GHISELIN, Michael. *The triumph of the Darwinian method*. Berkeley: University of California Press, 1984.
- GOODALL, Jane. *Uma janela para a vida: 30 anos com os chimpanzés da Tanzânia*. Tradução de Eduardo Francisco Alves. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991.
- GRIFFIN, Donald. *Animal minds*. Chicago: The University of Chicago Press, 1992.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <[http://www.thoemmes.com/18cphil/animal\\_intro.htm](http://www.thoemmes.com/18cphil/animal_intro.htm)>. Acesso em: 07 nov. 2005.

- GUERRINI, Anita. *Experimenting with humans and animals: from Galen to animal rights*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2003.
- MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Tradução de Ivo Martinazzo. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.
- RACHELS, James. *Created from animals: the moral implications of Darwinism*. London: Oxford University Press, 1998.
- REGAN, Tom. *Jaulas vazias: encarando o desafio dos direitos animais*. Porto Alegre: Lugano, 2006.
- RICHARDS, Robert J. *Darwin and the emergence of evolutionary theories of mind and behavior*. Chicago: University of Chicago Press, 1989.
- RIDLEY, Matt. *Nature via nurture*. New York: Harper Collins Publishers, 2003.
- RYDER, R. D. *Animal revolution: changing attitudes towards speciesism*. Cambridge: Basil Blackwell, 1989.
- SINGER, Peter. *Vida ética*. Tradução de Regina Rheda. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002a.
- . Peter Singer. Pp. 102-110, in: COETZEE, John (ed.). *A vida dos animais*. Tradução de José Rubens Siqueira. São Paulo: Companhia das Letras, 2002b.
- . *Libertação animal*. Tradução de Marly Winckler. Porto Alegre: Lugano, 2004.
- SMUTS, Barbara. Barbara Smuts. Pp. 128-145, in: COETZEE, John (ed.). *A vida dos animais*. Tradução de José Rubens Siqueira. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION. Media Relations Office. *Obituary*. In Memoriam: Donald R. Griffin. 7 Nov. 2003.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.whoi.edu/mr/obit.do?id=734>>. Acesso em: 27 de agosto de 2006.

## A polêmica Mivart *versus* Darwin: uma lição em refutar objeções

Anna Carolina K. p. Regner \*

Charles Robert Darwin (1809-1882) e St. George Jackson Mivart (1827-1900) foram os contendores de uma famosa polêmica a respeito da origem das espécies. Pretendo examiná-la à luz da estrutura conceitual e das estratégias argumentativas da *Origin of species* (1872)<sup>1</sup> e de *On the genesis of species* de George Mivart (1871). Para compreender a natureza de sua polêmica, estabecerei uma comparação entre os problemas que os ocuparam, suas respostas, motivações, pressupostos, argumentos e estratégias argumentativas. Dedicarei especial atenção às objeções de Mivart a Darwin e às respostas de Darwin a Mivart como parte de suas respectivas estratégias argumentativas para esclarecimentos e defesa de suas teorias propostas. Refutação será aqui entendida em sentido amplo como uma coleção de procedimentos para confrontar a posição ou proposição do oponente, sem reduzir essa confrontação a uma prova de falsidade da posição ou proposição atacada.

### 1 PROBLEMAS

---

\* Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). E-mail: aregner@portoweb.com.br

<sup>1</sup> A 1ª edição de *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life* foi publicada em 1859. As sucessivas edições sofreram modificações. Aqui será tomada para a análise cópia de 1875 da última edição inglesa revisada pelo próprio Darwin, publicada em 1872, *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life*.

## 1.1 O problema de Darwin

Qual é o tema da *Origem das espécies*? Quando contemplamos o índice da *Origem das espécies*, vê-se que sua tematização cobre todas as áreas da História Natural, tendo por objetivo responder à sua questão central: como espécies são produzidas na Natureza? A *Origem* é uma narrativa que, ao entrelaçar uma grande variedade de fios, tece uma rede cujo propósito encontra-se claramente expresso na Introdução: ao lidar com a questão da “origem das espécies”, não é suficiente concluir que as várias espécies não foram independentemente criadas. É necessário mostrar *como* espécies se originaram umas das outras. Essa questão aparece sob várias formas (Darwin, 1875, pp 48-49): como são as espécies produzidas na Natureza? Como ocorrem as co-adaptações? Como variedades se tornam boas espécies? Como são formados os gêneros, os sub-grupos e os grupos?

## 1.2 O problema de Mivart

O propósito de *On the genesis of species* é encontrar um caminho, um *tertium quid* que reconcilie as visões científica, filosófica e religiosa aparentemente opostas. A preocupação fundamental de Mivart refere-se à reconciliação entre Evolução e Teologia. Para alcançá-la, deverá primeiro remover “algumas distorções e mal-entendidos mútuos que se opõem a uma ação harmoniosa” (Mivart, 1871, p. 15), atacando a teoria da evolução que conflita com suas próprias visões religiosas. A teoria darwiniana da seleção natural é seu principal alvo, mas ele também ataca as visões de Herbert Spencer e Alfred R. Wallace sobre ética e religião. (As obras de Darwin *Descent of man* e *Expressions and emotions in man and animals* ainda não estavam publicadas).

# 2 RESPOSTAS A SEUS RESPECTIVOS PROBLEMAS

## 2.1 A resposta de Darwin

Desde o início de sua longa narrativa, a resposta de Darwin é a seguinte: “[...] estou convencido de que a seleção Natural tem sido o mais importante, embora não exclusivo, meio de modificação” (Darwin, 1875, p. 2). O papel central desempenhado pelo Princípio de

Seleção Natural pode ser visto nas suas “definições”:

Chamei esse princípio, pelo qual cada leve variação, se útil, é preservada, pelo termo Seleção Natural, para marcar sua relação com o poder humano de seleção. Mas a expressão freqüentemente usada por Mr. Herbert Spencer de Sobrevivência do Mais Apto é mais acurada e, algumas vezes, igualmente conveniente. (Darwin, 1875, p. 49.)<sup>2</sup>

Esta preservação de diferenças individuais e variações favoráveis e a destruição das injuriosas chamei de Seleção Natural ou Sobrevivência do mais Apto. (Darwin, 1875, p. 63)

[...] A seleção natural, como veremos aqui, é um poder incessantemente pronto para a ação, e é imensuravelmente superior aos frágeis esforços do homem, assim como os trabalhos da Natureza o são em relação aos da Arte. (Darwin, 1875, p. 49)

Natureza, se me for permitido personificar a preservação natural ou sobrevivência dos mais aptos, não dá importância às aparências, exceto nos casos em que sejam úteis a um ser qualquer. Ela pode agir sobre qualquer órgão interno, sobre cada sombra de diferença constitucional, sobre toda a maquinaria da vida. O homem seleciona para o seu próprio bem; a natureza apenas para o bem do ser de que ela cuida. (Darwin, 1875, p. 65)

## 2.2 A resposta de Mivart

A busca de Mivart por um *tertium quid* capaz de fornecer uma visão abrangente e conciliatória da gênese das espécies que iria “harmonizar completamente os ensinamentos da ciência, filosofia e religião” (Mivart 1871, p. 15) não chega a se concretizar em uma teoria propriamente dita. Ao invés, apega-se a diversas teses gerais. Com relação à ciência, onde Mivart é reconhecido como talentoso anatomista, sua contribuição ao projeto de uma conciliação visa a provar cientificamente que a teoria darwiniana não é a única visão possível – de fato, pretende mostrar que ela não é científica – e em propor uma nova visão de evolução. Essa visão, por sua vez, está comprometida com sua visão filosófica e religiosa. Com relação à religião e à filosofia, em seu capítulo IX, “Evolução e ética”, Mivart examina o

---

<sup>2</sup> Essa e as demais traduções feitas neste trabalho são traduções livres da Autora.

fato da moralidade como prova da dupla origem do homem: a poeira da terra e o sopro divino da vida (Mivart, 1871, p. 269) e, desse modo, da existência de Deus. “Graça” e “Natureza” se combinam para criar algo único (Mivart, 1871, p. 305). Em seu capítulo conclusivo, capítulo XII, “Teologia e Evolução”, Mivart descarta aqueles que identificam ortodoxia religiosa com as estreitas opiniões de sua educação, bem como aqueles hostis à religião.

Segundo Mivart, a ação de Deus no mundo físico compreende a “criação absoluta” (*ex-nihilo*) e a “criação derivada”, como ação “natural” de Deus operada por meio das “leis secundárias”, que pressupõem a primeira (Mivart 1871, p. 269). A “evolução das formas específicas” – que não pode ser completamente explicada – é definida como uma manifestação ao intelecto humano, por meio das impressões dos sentidos, de alguma entidade ideal (poder, princípio ou atividade) que existia previamente em um estado meramente potencial, mas capaz de se fazer presente ou manifesta, sob condições adequadas. As “espécies” são “agregados peculiares de caracteres ou atributos, poderes e qualidades inatas, e certa natureza realizada nos indivíduos [...], as quais eram anteriormente latentes” (Mivart, 1871, p. 288).

### 3 MOTIVAÇÕES

#### 3.1 As motivações de Darwin

Desde o tempo de seus *Notebooks* de 1836 e 1837, ou mesmo desde antes, de quando viajava a bordo do *Beagle*, Darwin foi tocado pelo que chamou, usando uma expressão de Charles Lyell, “o mistério dos mistérios”, a origem das espécies. As questões que então levanta revelam desde cedo a busca por explicações baseadas em causas “naturais” que não dependem de causas “supranaturais”. E desde sua viagem sonhava com a idéia de trazer sua contribuição à ciência e de ser reconhecido por seus pares.

#### 3.2 As motivações de Mivart

Mivart diz que quer “se esforçar para acrescentar um tijolo a este templo de concórdia” – refere-se à busca de um *tertium quid* – “ten-

tar remover algumas poucas distorções e mal-entendidos que se opõem à ação harmoniosa” (Mivart, 1871, p. 15). Como Darwin, pois, quer contribuir e ser reconhecido pela comunidade científica. Suas reflexões sugerem uma busca física, epistemológica e ontológica quase desesperada pela harmonia, apesar dos dualismos em que se baseiam muitas de suas crenças e os quais ele tenta ultrapassar. Embora Mivart tente refutar a teoria de Darwin cientificamente, ele não procura ocultar suas motivações religiosas.

## **4 PRESSUPOSTOS**

### **4.1 Os pressupostos de Darwin**

A abordagem de Darwin ao problema da origem das espécies pressupõe o gradualismo e o naturalismo como bandeiras epistemológicas e ontológicas, bem como uma visão da evolução como um processo “natural” de formação de novas formas orgânicas, o qual deve ser explicado por meios “naturais”, juntamente com uma visão não-essencialista de espécie (ele compara espécies a indivíduos).

### **4.2 Os pressupostos de Mivart**

Mivart defende um teísmo racional e crê que a teoria da evolução em geral é “perfeitamente consistente com a teologia cristã mais estrita e ortodoxa” (Mivart, 1871, p. 16). As ciências físicas, a filosofia e a teologia pertencem a diferentes domínios. as ciências físicas e a “evolução” não têm nada a ver com a criação, “absoluta” ou “derivada”, uma vez que a última é apenas o trabalho da ação divina através das leis naturais. Mivart sustenta uma visão essencialista de “evolução” e de “espécie”, como vimos acima.

## **5 METODOLOGIA**

### **5.1 A metodologia em Darwin**

À base de sua abordagem há uma visão de Natureza como sistema e, conforme a essa visão, uma de suas mais fortes bandeiras metodológicas é a do suporte interdisciplinar que a evidência de diferentes áreas concede a cada uma delas. Além disso, Darwin vale-se de dife-

rentes procedimentos na elaboração e defesa de sua teoria, desde os mais tradicionais, como experimentação, até os mais inovadores, como o uso de metáforas e da imaginação em geral.

## **5.2 A metodologia em Mivart**

O principal procedimento de Mivart consiste em atacar Darwin, pela indicação de dificuldades gerais e exame descritivo detalhado de dificuldades específicas para a teoria darwiniana, aproveitando-se da crítica para introduzir a razoabilidade de suas próprias posições, as quais apresenta à base de reflexões especulativas sobre as relações entre ciência e concepções religiosas.

## **6 OS ARGUMENTOS GERAIS**

### **6.1 O argumento geral de Darwin**

Darwin pede a seu leitor que tome seu volume como “um longo argumento”. Podemos encontrar cinco grandes etapas em seu desenvolvimento:

I. Esboço histórico – onde Darwin situa sua teoria na trajetória das visões evolucionárias;

II Introdução – Darwin apresenta seus objetivos, os fatos a serem explicados e a necessidade de mostrar “como” a evolução ocorre para diferenciar o evolucionismo do criacionismo, e as novas demandas para a investigação criadas pela sua teoria;

III A moldura lógico conceitual da teoria (capítulos I-V) – variação, domesticação, natureza, a luta pela existência, a Seleção Natural e suas inter-relações;

IV O poder explicativo da Seleção Natural:

IV.I O tratamento das dificuldades encontradas pela teoria (capítulos VI-IX) – objeções variadas, as dificuldades levantadas por Mivart, questões relativas ao instinto e ao hibridismo;

IV.II A transformação de evidência desfavorável em favorável (capítulo X) – a exploração da imperfeição dos registros geológicos;

IV.III Casos claramente favoráveis à superioridade explicativa da teoria darwiniana frente à visão criacionista (capítulos XI-XIV) – a sucessão geológica dos seres orgânicos, sua distribuição geográfica,

morfologia, embriologia, órgãos rudimentares e classificação;

V Recapitulação e conclusão – o “um longo argumento” que constitui o livro é apresentado como uma unidade em um único fôlego.

## 6.2 O argumento de Mivart

O argumento de Mivart oferece mais dificuldades à reconstrução de sua estrutura, mas podemos nele destacar três grandes etapas:

I Introdução – Mivart tenta estabelecer a legitimidade de um *tertium quid* pela crítica a o argumento geral de Darwin e examina as razões para a ampla aceitação de que goza a teoria darwiniana;

II As razões científicas para a não aceitação da teoria de Darwin e para a plausibilidade de uma visão evolucionária alternativa (capítulos I-XI) – Mivart critica conceitos básicos sobre os quais se apoiaria a teoria darwiniana, tais como “espécie” e “Seleção Natural” e atribui a ampla aceitação da teoria a um público não propriamente educado. Busca mostrar a incapacidade da Seleção Natural para explicar certos fenômenos naturais e a moralidade, organizando uma lista de objeções gerais e cuidadosamente examinando alguns casos particulares;

III Discussão dos pontos principais da tentativa de reconciliação entre evolução e teologia (capítulos IX e XII) – seus principais argumentos são: Deus existe e nossa crença na existência de Deus não está baseada em fenômenos físicos (Mivart, 1871, p. 272), mas está justificada por nossas intuições primárias, como o são as incontroversas intuições que temos sobre livre arbítrio e causação, moralidade e responsabilidade. A respeito da evolução, de acordo com Mivart, se puder ser provado que outras causas, que não a Seleção Natural, estão envolvidas – por exemplo, variação – então a Seleção Natural não é a única causa da evolução, mas depende dessas outras causas e apenas as suplementa (Mivart, 1871, p. 32).

## 7 ESTRATÉGIAS ARGUMENTATIVAS

### 7.1 As estratégias argumentativas de Darwin

Ao longo de sua tarefa explicativa, Darwin tem bem claro que a explicação sempre depende de uma dada visão ou suposição teórica e, em especial, de uma comparação entre diferentes visões à luz das

quais os fatos são vistos. Sobretudo no caso da explicação da origem das espécies, não se pode contar com evidência empírica imediata e conclusiva. Algumas das estratégias explicativas darwinianas são centrais à estruturação de seu próprio argumento, tais como: o movimento todo-parte que articula suas partes, seus capítulos, com o cerne de sua teoria, o Princípio de Seleção Natural, assim constituindo um todo, “um longo argumento”, em um processo de mútua sustentação; o apelo ao poder explicativo da teoria como um todo; o balanço de razões a favor e contra; a comparação de sua visão com a dos oponentes, a fim de enfatizar a superioridade explicativa de sua teoria; o jogo do atual e do possível a partir da evidência atualmente disponível, da existência ou inexistência de evidência contrária e do que é lógica e/ou factualmente possível afirmar; e o tratamento de dificuldades / objeções / exceções como indicativo do poder explicativo da teoria. Darwin considera essa última estratégia tão importante que, ao defender sua teoria, começa apresentando e refutando objeções. Antecipando-se a seu oponente no levantamento e discussão de objeções, Darwin é capaz de tornar plausíveis mesmo os pontos mais fracos de sua teoria.

A explicação de dificuldades / objeções / exceções consiste em: confrontá-las diretamente; dar conta de sua natureza e origem como resultado de nossa ignorância de fatores relevantes; clarificar seu conteúdo objetivo, dissolvendo as aparentes dificuldades ou resolvendo as dificuldades “reais” e enfraquecendo seu impacto; mostrar a razoabilidade / irrazoabilidade das objeções à luz da abordagem adequada ao tema em questão; preencher as lacunas por meio das pressuposições pertinentes; confrontar as pressuposições e / ou procedimentos do oponente mostrando que se trata de objeção a ser enfrentada por todas as teorias e progressivamente relativizando-a até neutralizá-la, ou convertendo-a em mera “aparência”, ou, ainda, transformando-a em evidência favorável ao poder explicativo da teoria darwiniana. Desse modo, o tratamento das exceções não apenas coloca limites à validade das possíveis explicações, mas, ao serem discutidas, estendem o âmbito dos esforços explicativos de Darwin de tal modo que o surpreendente possa ser convertido no esperado.

Além disso, Darwin apela à nossa ignorância, à autoridade da co-

munidade científica e a seus valores e ideais, às condições psicológicas da investigação científica, a hábitos mentais, às mentes progressivas das quais Darwin espera adesão à sua teoria e à natureza revolucionária dessa teoria, demandando a reestruturação dos campos disciplinares existentes e a criação de novos campos.

## **7.2 As estratégias argumentativas de Mivart**

As estratégias básicas de Mivart para defender suas idéias consistem em: crítica à visão darwiniana; repetição de considerações filosóficas e religiosas bastante gerais; separação dos domínios das ciências físicas, da filosofia e da teologia, de modo que os fatos do primeiro não possam provar ou falsear as crenças relativas aos outros dois; estabelecimento de cuidadosas distinções semânticas em relação a expressões tais como “criação”, “evolução” e “formas específicas”; à luz dessas distinções, evitar incompatibilidades entre aqueles domínios; discutir as posições de cientistas, filósofos e teólogos cujo prestígio parece atribuir uma certa legitimidade científica às suas especulações. Em seu ataque a Darwin, sua estratégia principal consiste em tentar mostrar as inconsistências da Seleção Natural para dar conta da evolução, discutindo uma série de contra-exemplos à ação da Seleção Natural e, à luz desses contra-exemplos, argumentando que a explicação por meio da Seleção Natural não exclui outros tipos de explicação.

Estratégias adicionais usadas por Mivart incluem: a exploração de recursos emocionais – aproveita-se do tom emocional com que alguns dos defensores de Darwin atacam a teologia para enfatizar a sua intolerância e estreiteza de mente; faz uso de uma mescla de candura e ironia, de reconhecimento e de reprovação – reconhece o âmbito positivo dos esforços de Darwin para logo em seguida indicar algumas dificuldades “absolutamente insuperáveis” (Mivart, 1871, pp. 16-17). Mivart diz que o grande problema da origem “de diferentes tipos de animais e plantas parece por fim estar bem a caminho para receber – talvez em futuro não muito distante – uma solução tão satisfatória quanto possível” (Mivart, 1871, p. 13). Mas, se assim for, todos os esforços até então feitos – incluindo o extenso trabalho de Darwin – teriam resultado em apenas um esforço para por as coisas

“a caminho”, do qual, por certo, Darwin estaria excluído, como veremos na crítica que Mivart lhe faz quanto ao conceito de “espécie” (em 7.1.3 abaixo). Tendo então afastado Darwin do caminho para uma solução, Mivart gentilmente diz que estamos em débito para com os “inestimáveis trabalhos e cérebros ativos” de Darwin e Wallace, que nos auxiliaram a chegar próximos à solução para o problema. Mesmo breves comentários entre parênteses são usados em reforço a tal ironia, como o comentário de que “graças à nobre auto-abnegação de Mr. Wallace” (Mivart, 1871, p. 22), a teoria da Seleção Natural é, em geral, exclusivamente associada ao nome de Darwin.

## 8 OBJEÇÕES E RESPOSTAS

### 8.1 Objeções de Mivart

**8.1.1** Mivart critica Darwin por nunca admitir que a ausência de reconciliação entre sua teoria e o teísmo é infundada. Se Darwin não estudou a filosofia cristã o suficiente, argumenta Mivart, ele não deveria aceitar o antagonismo entre “criação” e “evolução” como um fato inquestionável. Darwin não tem nada a oferecer, segue Mivart, em termos do dilema de um Deus onipotente que ou tornaria a Seleção Natural uma lei supérflua da Natureza, ou seria responsável por pré-ordenar tantos desvios (Mivart, 1871, p. 272). Tendo feito as devidas restrições, Mivart pode então admitir a utilidade da teoria de Darwin para explicar certos fatos, mas acresce que “a utilidade de uma teoria de forma alguma implica a sua verdade” (Mivart, 1871, p. 22).

**8.1.2** Mivart critica a precipitada aceitação ou rejeição da teoria de Darwin. A coincidência da teoria de Darwin com os fatos só pode ser apreciada por fisiologistas, zoólogos e botânicos (Mivart, 1871, p. 23). Uma razão para sua precipitada (e não-científica) aceitação é a “notável simplicidade” da teoria de Darwin para explicar fenômenos complexos “por meio da simples expressão ‘sobrevivência do mais apto’”. Essa “simplicidade” faz do darwinismo matéria para conversação, do mesmo modo que a hidropatia e a frenologia “aos olhos do público não educado ou parcialmente educado” (Mivart 1871, p. 23)

**8.1.3** Algumas dificuldades são dirigidas por Mivart a princípios e

argumentos básicos da teoria de Darwin. Imediatamente após dizer que a solução do problema da origem das espécies está a caminho, Mivart acrescenta que o nascimento das espécies não pode ser comparado com o de um indivíduo. A teoria darwiniana, que se apóia nessa comparação, é assim colocada fora do caminho desde o início da discussão da questão. O argumento de Mivart contra tal comparação é determinado pelo conceito de “espécie” que ele assume, ou seja, o de “espécies” como “naturezas comuns”, tal como visto em 2.2 acima.

Mivart interpreta o argumento de Darwin como segue (Mivart 1871, pp. 17-18):

(1) Toda a classe de animal e planta tende a aumentar em uma progressão geométrica.

(2) Toda a classe de animal e planta transmite uma semelhança geral, com diferenças individuais, a seus descendentes.

(3) Todo indivíduo pode apresentar variações diminutas de qualquer tipo e em qualquer direção.

(4) O tempo passado foi praticamente infinito.

(5) Todo indivíduo precisa enfrentar uma luta pela existência, devido à tendência de todas as classes de animais e plantas a aumentar geometricamente, enquanto a população total de animais e plantas (excluindo-se o homem e sua agência) permanece quase estacionária.

(Conclusão) Logo, cada variação que tenda a salvar a vida do indivíduo que a possua, ou que o capacite mais seguramente a propagar-se, será preservada a longo prazo e sua favorável peculiaridade será transmitida a alguns de seus descendentes, cuja peculiaridade tornar-se-á então intensificada até alcançar o máximo grau de utilidade. De outro lado, indivíduos apresentando peculiaridades desfavoráveis serão destruídos sem piedade. A ação desta lei da “seleção natural” pode então ser representada pela expressão conveniente, “sobrevivência do mais apto”.

**8.1.4** Mivart lista objeções gerais à teoria darwiniana (Mivart, 1871, p. 34), às quais podemos associar as dificuldades específicas

que levantará contra a mesma do capítulo II ao VIII de seu livro<sup>3</sup>:

1. A ‘Seleção Natural’ é incompetente para dar conta dos estágios incipientes de estruturas úteis
2. A ‘Seleção Natural’ não se harmoniza com a co-existência de estruturas muito similares de origem diversa
3. Há bases para se pensar que diferenças específicas podem ser desenvolvidas repentinamente ao invés de gradualmente – Mivart admite que o gradualismo seja possível, mas prefere o aparecimento e desaparecimento abrupto como sendo mais consistentes com a evidência paleontológica.
4. É ainda sustentável a opinião de que espécies têm limites definidos para sua variabilidade, embora muito diferentes de espécie a espécie.
5. Certas formas transicionais estão ausentes, as quais se poderia esperar estarem presentes.
6. Alguns fatos de distribuição geográfica complementam outras dificuldades.
7. A objeção que vem da diferença fisiológica entre “espécie” e “raças” ainda está irrefutada.
8. Há muitos fenômenos notáveis nas formas orgânicas sobre os quais a Seleção Natural não lança nenhuma luz, mas cuja explicação, se pudesse ser alcançada, poderia lançar muita luz sobre a origem das espécies.

**8.1.5** Dificuldades específicas – representativas de padrões compreendidos sob suas objeções gerais:

a) O caso de órgãos complexos como o da formação dos olhos e ouvidos – como poderiam as complexas e simultâneas coordenações requeridas serem produzidas pela seleção natural? Mivart faz aqui uso de uma estratégia similar ao jogo do atual e do possível para, contrariamente ao que Darwin faz, estabelecer uma impossibilidade:

Não é réplica dizer, embora seja abstratamente verdadeiro, que aqui-

---

<sup>3</sup> Serão omitidas as dificuldades referentes à teoria darwiniana da *pangeneses* por atermo-nos aqui à estrutura conceitual e estratégias argumentativas apresentadas em *The origin of species* (1872).

lo que é abstratamente verdadeiro torna-se provável, desde que lhe seja permitido tempo suficiente. Há improbabilidades tão grandes que o senso comum humano as trata como impossibilidades (Mivart, 1871, pp. 65-66).

Segundo Mivart, essa dificuldade é intensificada pelas observações de Mr. Murphy quanto a estruturas bastante complexas foram atingidas de modo independente em bestas, peixes siba, grupos dos insetos e dos caranguejos.

**b)** O caso da formação do pescoço da girafa: se o longo pescoço resultou da seleção natural da clara vantagem de se alimentar de folhagens mais altas, por que outras espécies similares à girafa não sofreram a mesma modificação? Não seriam desvantajosas outras modificações de estrutura, como um volume de corpo maior requerido pelo longo pescoço?

**c)** Os casos de mimetismo entre lepidópteros e outros insetos, que se assemelham a uma folha, um bambu ou outro objeto, favorecendo a preservação de predadores. Objeta Mivart: se, conforme Darwin, há uma constante tendência a variação indefinida e como as variações serão diminutas e em todas as direções, elas devem tender a se neutralizar, tornando impossível a construção de uma semelhança suficiente e, ao final do processo, seria difícil à Seleção Natural explicar os toques de perfeição exibidos pelo mimetismo.

**d)** O caso do desenvolvimento das barbatanas na boca da baleia: como explicar, por meio da Seleção Natural, a formação de uma estrutura tão complexa?

**e)** O caso dos olhos dos peixes achatados: como ocorre que eles sejam situados um em cada lado da cabeça nos filhotes e ambos do mesmo lado no adulto?

**f)** O caso do rabo preênsil em certos macacos americanos: Mivart direciona essa dificuldade à objeção geral 1, embora conste na lista de casos cobertos pela objeção 8 – qual a utilidade de uma inicial e incipiente tendência a se prender?

**g)** O caso das glândulas mamárias parece levantar uma dificuldade maior: poderia o filhote ser salvo da destruição por sugar uma gota de um líquido mal e mal nutritivo de uma glândula cutânea hipertrofiada de sua mãe? E mesmo que isso acontecesse, que chance haveria

de se perpetuar uma tal variação?

**h)** Relacionada à dificuldade anterior, está a do filhote canguru, que apenas pula para o bico da glândula de sua mãe, a qual tem o poder de injetar o leite na boca de seu filhote – alega Mivart que alguma provisão especial deve haver para evitar que o filhote não sofra um choque pela intrusão do leite na traquéia. E, acresce Mivart, porque a Seleção Natural remove essa estrutura inocente e inofensiva no canguru adulto (e em muitos outros mamíferos, dado que esses descendem de uma forma marsupial)?

**i)** A objeção de Mivart ao poder da seleção natural para explicar os impressionantes órgãos dos *Equinodermata* (estrela-do-mar, ouriço-do-mar, etc.), as pedicelárias, que, quando bem desenvolvidas, constituem pinças tridáctilas, tem por pano de fundo a objeção geral 1 – qual a utilidade dos estágios iniciais de tais estruturas e como explicar as necessárias e complexas coordenações de desenvolvimento de outras estruturas para que aquelas cumprissem com sua função? Além disso, Mivart aduz o caso de certos animais compostos ou zoófitos, a saber, os polizoários, os quais são providos com órgãos curiosos chamados de aviculárias. Mivart considera ambos, a pedicelária dos primeiros e a aviculária dos segundos como “essencialmente similares” e contesta a possibilidade da seleção natural tê-los produzido em divisões tão distantes do reino animal.

**j)** Dificuldades apontadas entre os fenômenos da Botânica: o caso da fertilização das orquídeas por insetos e o caso das plantas trepadeiras. Quanto ao primeiro, Mivart vê as co-ordenações entre insetos e plantas como casos de semelhança de estrutura, a respeito dos quais acusa Darwin de dizer muito pouco e de sugerir não se tratar de semelhança real, mas que se trata apenas de uma similaridade fantasiosa (Mivart, 1871, p. 67-69). Quanto ao segundo caso, pergunta Mivart como podemos conceber que as ações peculiares das gavinhas de algumas plantas trepadeiras tenham sido produzidas por pequeninas modificações? (Mivart, 1871, p. 121).

**l)** O caso do desenvolvimento de um besouro, *sitaris*, que inicialmente se prende a um besouro macho, então salta para uma fêmea, devora-lhe ovos, perde seus olhos, pernas e antenas, passa à forma como de uma larva, alimenta-se de mel, sofre uma nova transforma-

ção, readquire pernas, etc. – como explicar esse processo por seleção natural?

**m)** O caso das formigas neutras – como explicar, por meio da seleção natural, não apenas a existência de população de fêmeas estéreis ou operárias, mas a de duas distintas castas de formigas operárias.

**n)** É necessária a modificação simultânea de muitos indivíduos – de outro modo, a ‘vantagem, qualquer que possa ser é literalmente sobrepujada pela sua inferioridade numérica’. Mivart diz que “as chances são contra a preservação de qualquer ‘sport’ (i.e. abruptas, marcadas variações) em uma tribo numerosa” (Mivart, 1871, p. 70). Mivart acusa os partidários de Darwin de fazerem um uso vago de uma mal compreendida doutrina de chances.

Outras dificuldades levantadas por Mivart ao longo de seu livro seguem os padrões daquelas acima mencionadas e, em sua maior parte, dizem respeito à objeção geral 1: A ‘Seleção Natural’ é incompetente para dar conta dos estágios incipientes de estruturas úteis.

## 8.2 AS RESPOSTAS DE DARWIN

As objeções de Mivart são respondidas na 6<sup>a</sup>. edição de *Origin of species* (Darwin 1875, pp. 176-177). O livro de Mivart teve um impacto significativo sobre o público. Darwin estava preparando a 6<sup>a</sup> edição de seu livro desde junho de 1871. O livro de Mivart demandou um intenso trabalho de Darwin sobre suas objeções, de julho a setembro do mesmo ano, a ser incorporado em um novo capítulo, o capítulo VII da nova edição. Darwin ocupou-se em responder as objeções daquele a quem chamou de “o mais engenhoso e menos justo de seus inimigos” (Peckham, 1959, p. 22).

O livro de Mivart foi resenhado por Chauncey Wright (*North American Review*, July, 1871). Wright enviou a Darwin, juntamente com uma carta de 21 de Junho de 1871 (Darwin, 1888, vol. 3, p. 143) as provas revisadas de seu artigo e um comentário sobre a utilização do livro de Mivart como base para ilustrar e filosoficamente defender a teoria da Seleção Natural. Darwin perguntou a Wright sobre seu interesse em ter sua resenha publicada em panfleto de baixo custo (*a shilling pamphlet*), junto com os acréscimos que não puderam ser

incluídos no espaço da resenha publicada. Conforme o disse em carta a Wallace de 9 de julho de 1871, ele, Darwin, trataria das objeções mais concretamente, enquanto Wright as examinaria filosoficamente, de modo que seus trabalhos não se sobreporiam. Em sua consulta a Wallace disse dar-se conta de que:

[...] após estudar Mivart, nunca antes em minha vida estive tão convencido da verdade geral (i.e., não detalhada) das visões na *Origem*. Lamento ver a omissão de palavras feita por Mivart e detectada por Wright. Reclamei a Mivart que, em dois casos, ele cita apenas o começo de sentenças minhas e então lhes modifica o significado; [...] Há outros casos do que considero um tratamento injusto. Concluo com tristeza que, embora ele pretenda ser honrado, ele está tão fanatizado que não pode agir equanimemente. (Darwin, 1888, vol. 3, p. 144-145)

Na *Origem das espécies*, Darwin repete sua convicção, em face das críticas de Mivart:

Meu julgamento pode não ser confiável, mas, depois de ler cuidadosamente o livro de Mr. Mivart e comparar cada secção com o que eu disse sobre o mesmo tópico, nunca me senti tão fortemente convencido da verdade geral das conclusões a que aqui cheguei, sujeitas, é claro, em um tema tão intrincado, a muitos erros parciais (Darwin, 1875, pp. 176-177).

**8.2.1** Darwin não responde diretamente à crítica de Mivart à omissão de Darwin quanto ao esclarecimento das relações entre Deus e a Seleção Natural, mas há que se ter presente sua posição quanto ao que seria o nó górdio da polêmica, com a qual conclui no capítulo VII, em que responde a Mivart – religião e ciência pertencem a domínios diferentes, de modo que cabe à última apenas a explicação do processo pelo qual novas estruturas são formadas:

Aquele que crê que alguma forma ancestral foi transformada subitamente por meio de uma força ou tendência interna, [...] será quase compelido a assumir, em oposição a toda analogia, que muitos indivíduos variaram simultaneamente. [...] e a essas complexas e maravilhosas co-adaptações ele não será capaz de atribuir nem uma sombra de explicação. Será forçado a admitir que essas grandes e súbitas transformações não deixaram qualquer traço de sua ação no embrião.

Para admitir tudo isso, parece-me ser entrar nos domínios do milagre e abandonar os da Ciência (Darwin, 1875, p. 204).

**8.2.2** No que concerne à aceitação / rejeição da teoria darwiniana pelo público em face das críticas feitas por Mivart, o panfleto de Wright, que foi publicado em 23 de outubro de 1871, indiretamente envolveu a comunidade filosófica e científica na polêmica Darwin *versus* Mivart. Aceitando uma objeção menor que Mivart lhe fizera a certas leis de correlação examinadas no capítulo V de seu livro, Darwin mostra uma atitude razoável em relação a Mivart (Darwin, 1875, p. 115) e, assim, aumenta o impacto de seu capítulo VII, onde começa a responder a Mivart desacreditando-o frente a seu leitor – ele alega que Mivart não pretendia expor os vários fatos e considerações opostas às suas, nem pretendia deixar qualquer espaço à razão e memória do leitor para a avaliação (Darwin, 1875, p. 177).

**8.2.3** Quanto às dificuldades dirigidas a princípios e argumentos básicos da teoria, o conceito de espécie e a reconstrução que Mivart faz do seu argumento geral, Darwin não se ocupou com respondê-las, mas cabem aqui alguns comentários.

No que concerne ao conceito de “espécie”, Darwin as concebe como “variedades bem-marcadas”, dando lugar a objetos bem-definidos:

Creio que espécies tornam-se objetos suficientemente bem-definidos e que em nenhum momento apresentam um caos inextrincável de e-los intermediários e variantes: primeiro, porque novas variedades são muito lentamente formadas, pois a variação é um processo lento e a seleção natural não pode fazer nada até que diferenças ou variações favoráveis ocorram e até que um lugar possa ser mais bem ocupado na política da natureza por alguma modificação em algum ou alguns de seus habitantes (Darwin, 1872, p. 137)

Mais detalhes desse processo serão vistos abaixo em sua resposta à objeção n. Pode-se perguntar a Mivart porque seu conceito de “espécie” como um agregado de “poderes” e, sobretudo, de “poderes inatos” deveria ser aceito. Mivart a toma sem questioná-la, nos moldes tradicionais de conceituação de “espécie”.

Darwin, em seu capítulo II, detalhadamente aponta às dificuldades classificatórias em distinguir espécies e variedades e em compre-

der muitas regularidades empíricas sobre comportamentos de espécies e variedades: “Fiquei muito impressionado ao ver como a distinção entre espécies e variedades é inteiramente vaga e arbitrária” (Darwin, 1875, p. 38), concluindo que “o termo espécie se torna uma abstração meramente inútil, implicando e assumindo um ato separado de criação” (Darwin, 1875, p. 39). Em seu capítulo XIV, ao tratar da Classificação, novamente enfatiza como a visão de espécies em termos de variedades bem-marcadas ou incipientes permite entender procedimentos seguidos pelos taxonomistas, os quais fazem sentido à luz do fundamento genealógico provido pela teoria da comunidade de descendência com modificação.

Vale a pena também lembrar que Darwin claramente afirma que a variação deve ser oferecida pela Natureza para que a Seleção Natural possa agir sobre ela e que, portanto não vale a objeção de Mivart segundo a qual, caso houvesse uma outra causa – como a variação – a Seleção Natural seria apenas uma causa suplementar da evolução.

Em sua reconstrução do argumento geral de Darwin, Mivart comete algumas sutis “distorções”, ainda que Darwin não as assinale e concentre-se nas respostas aos casos particulares levantados por Mivart.

As premissas 1 e 2 eram amplamente aceitas na época e não caracterizam qualquer desacordo significativo entre Darwin e Mivart.

Com relação à premissa 3, Mivart parece confundir “tipo” e “direção” das variações; ele posteriormente fará uso da possibilidade de trabalhar com variações “em qualquer direção” para contestar o poder da Seleção Natural para a formação de novas espécies. Segundo Mivart, para Darwin, as variações deveriam ser fortuitas e sempre ocorrerem “em qualquer direção”. Que não sejam fortuitas segue de Darwin constantemente lembrar-nos de que chance é o nome de nossa ignorância das causas e lembrarmo-nos de seu empenho em buscá-las. Ao responder a dificuldade referente ao longo pescoço da girafa, como veremos abaixo, Darwin deixa muito claro não se tratar de variações ocorrendo “ocorrendo em qualquer direção”. O “tipo” da variação, segundo Darwin, depende de leis em sua maior parte desconhecidas. Uma vez que surgem, poderão ser úteis, injuriosas ou neutras. Uma vez iniciada a variabilidade, Darwin crê haver uma tendên-

cia a continuar “naquela direção”, de modo que o acúmulo de variações úteis por meio da Seleção Natural na “direção certa” levará à produção de novas espécies. Ao invés de enfatizar a variação “em qualquer direção”, Darwin enfatiza a variação “na direção certa” (Darwin, 1875, p. 80 e p. 122).

Com relação à premissa 4, deve-se ter presente que o enfoque de Darwin não estava na infinidade do tempo, mas nos limites de nossa imaginação para perceber o tempo geológico. A expressão “praticamente infinito” confere à premissa do argumento, tal como reconstruído por Mivart, um destorcido grau de imprecisão. Segundo Darwin,

[...] embora a Natureza garanta longos períodos de tempo para o trabalho da seleção natural, ela não garante um período indefinido; pois como todos os seres orgânicos estão lutando para ocupar cada espaço na economia da natureza, se qualquer espécie torna-se modificada e aperfeiçoada em um grau correspondente ao de seus competidores, será exterminada. (Darwin, 1875, p. 80)

Com relação à premissa 5, do modo como está formulada, poderia ser útil para assegurar o controle sobre indivíduos e populações de modo a preservar a harmonia que Mivart procura. Todavia, o que Darwin diz é que, se não houvesse controle no balanço da Natureza, as populações, por sua tendência natural, aumentariam seus números indefinidamente, sem excluir o homem desse balanço.

Por fim, a condição “até encontrar o máximo grau de utilidade” que aparece na Conclusão pode estar de acordo com as idéias próprias de Mivart, mas seria pelo menos destorcida em relação às concepções de Darwin, que admitem ser sempre possível um aperfeiçoamento maior nas adaptações dos seres às suas condições de vida.

#### **8.2.4 Quanto às objeções gerais feitas por Mivart:**

As objeções gerais feitas por Mivart, em maior ou menor extensão, já haviam sido tratadas nas edições anteriores do livro de Darwin.

(1) A ‘Seleção Natural’ é incompetente para dar conta dos estágios incipientes de estruturas úteis – Darwin já tratara desse tipo de objeção no capítulo VI e também se tornará um dos focos do capítulo VII. Juntamente com as objeções 3 e 5 diz respeito ao gradualismo. – Algumas objeções, como a **2**, referem-se a casos de homologias e

Darwin já tratara exaustivamente deste tema em seu capítulo XIV, ao tratar de homologias e afinidades reais e aparentes.

(2) A ‘Seleção Natural’ não se harmoniza com a co-existência de estruturas muito similares de origem diversa – essa objeção depende fundamentalmente do modo como a similaridade seja concebida. Darwin já tratara dessa questão, sobretudo no capítulo XIV

(3) Há bases para se pensar que diferenças específicas podem ser desenvolvidas repentinamente ao invés de gradualmente – o gradualismo de Darwin perpassa toda a sua teoria e é detidamente tratado no capítulo X, sobre a imperfeição dos registros geológicos, bem como em seu ataque às bases das objeções de Mivart.

(4) É ainda sustentável a opinião de que espécies têm limites definidos para sua variabilidade, embora muito diferentes – essa dificuldade é examinada no capítulo I. De acordo com Darwin, quanto mais uniformes forem as condições de vida, menos freqüentes serão as variações e Darwin lança a seu oponente o ônus da prova para a existência de limites à variabilidade uma vez que ela tenha começado. Considerada a evidência disponível, segundo Darwin, não se pode traçar esses limites.

(5) Certas formas transicionais estão ausentes, as quais se poderia esperar estarem presentes – trata-se de uma outra versão da objeção 3 e cabem-lhe as mesmas considerações feitas por Darwin ao gradualismo, que incluem sua análise da imperfeição dos registros geológicos.

(6) Alguns fatos de distribuição geográfica complementam outras dificuldades – essa não tem, de fato, a estatura de uma objeção, mas antes se apresenta como uma tentativa malsucedida para relativizar e debilitar uma evidência fortemente favorável à teoria darwiniana, em face de seu superior poder na explicação dos casos de distribuição geográfica, dos quais Darwin já tratara, sobretudo nos capítulos XII e XIII.

(7) A objeção que vem da diferença fisiológica entre “espécie” e “raças” ainda está irrefutada – Darwin trata dessa questão extensiva e profundamente no capítulo IX, onde logra mostrar que a usual esterilidade interespecífica e a fertilidade entre variedades não são absolutas, há exceções. Também essa esterilidade está relacionada, de modo

que ainda não compreendemos, a fatores referentes a condições de vida e ao aparelho reprodutivo, como é o caso da interferência da domesticação na reprodução de animais selvagens. A esterilidade interespecífica poderia ser uma consequência correlata à preservação de outras variações que seriam vantajosas, ao invés de condição para o processo de produção de novas espécies.

(8) Há muitos fenômenos notáveis nas formas orgânicas sobre os quais a Seleção Natural não lança nenhuma luz, mas cuja explicação, se pudesse ser alcançada, poderia lançar muita luz sobre a origem das espécies. Essa dificuldade é por demais genérica e distribui-se ao longo da *Origem*. Muitas de tais dificuldades são tratadas nos capítulos VII e XIV.

### 8.2.5 Quanto às dificuldades específicas:

Respondendo às objeções à sua teoria, na maioria das vezes Darwin aproveita para expor novamente os princípios e condições de sua teoria, tomando a 'resposta' à objeção como um caso de reforço ao esclarecimento da ação da seleção Natural, conjugada a outros fatores, e de sua bem sucedida aplicação explicativa. As respostas às dificuldades específicas levantadas por Darwin são as seguintes:

a) O argumento pelo qual Darwin responde à dificuldade referente à formação do olho pode ser dividido em três grandes etapas (e serve de modelo para a explicação da formação de órgãos complexos e perfeitos, tratado no capítulo VI), envolvendo, inicialmente, a colocação adequada da questão, concluindo que: a suposição de que o olho tenha sido produzido por seleção natural não pode ser considerada absurda ou julgada apenas pelo senso comum; as questões a examinar concernem à satisfação das seguintes condições: (a) poder ser mostrado que existem numerosas gradações de um olho simples e imperfeito a um complexo e perfeito; (b) que o olho varie sempre e as variações sejam herdadas; (c) que essas variações devam ser úteis a qualquer animal em condições de vida mutáveis. A seguir, mostra que tais condições são satisfeitas, com detalhado exame de vários estudos feitos por renomados estudiosos em diferentes espécies e gêneros do mesmo grupo (descendentes co-laterais da mesma forma parental), concluindo que: deixa de ser muito grande a dificuldade em crer que a seleção natural possa ter convertido o simples aparato

de um nervo ótico, coberto com pigmento e revestido por uma membrana transparente, num instrumento ótico tão perfeito como o possuído por qualquer membro da classe dos Articulados; a razão mostra que a dificuldade, embora insuperável pela nossa imaginação, em acreditar na produção de um olho complexo e perfeito pela seleção natural não deve ser considerada como subversiva à teoria. Por fim, é defendida a razoabilidade da explicação, mesmo supondo a Criação Divina: por que não se poderia crer que um instrumento ótico vivo poderia ter sido formado, tão superior a um de vidro, como são os trabalhos do Criador em relação aos do homem?

A edição de 1872 agregou, em resposta às objeções de Mivart, apenas um parágrafo sobre as maravilhosas semelhanças entre a estrutura dos olhos dos cefalópodes, peixes sabi e vertebrados, que não são devidas à herança de um progenitor comum, descaracterizando, assim, o caso de tais semelhanças como sendo o de uma “dificuldade especial” para a teoria darwiniana. E assim conclui o novo parágrafo:

Qualquer um certamente pode negar que o olho tenha sido, em um caso, desenvolvido pela seleção natural de sucessivas e leves variações; mas se isso for admitido em um caso, é claramente possível no outro e as diferenças de estrutura fundamentais nos órgãos visuais dos dois grupos poderia ter sido antecipada, de acordo com essa visão do modo de sua formação” (Darwin, 1875, pp. 151-152).

**b)** Darwin responde à objeção sobre a formação do pescoço da girafa fazendo uso de seu amplo elenco de estratégias argumentativas e retoma o argumento geral da ação da seleção natural, apelando ao poder explicativo da teoria como um todo. Assinala que a aquisição de certas estruturas orgânicas depende do fato de que algumas espécies são muito mais variáveis que outras e que um conjunto de condições devem ser satisfeitas: a co-adaptação das várias outras partes do organismo; a variabilidade das partes necessárias “na direção certa e no grau requerido”; a manutenção de condições externas favoráveis à ação da Seleção Natural; a concorrência de leis do crescimento e hábitos de vida (Darwin, 1875, p. 180).

O grande número de girafas existente na África do Sul indica que as condições foram favoráveis a animais com longos pescoços na região. Os maiores antílopes do mundo também lá habitam e pode-se

pensar que gradações intermediárias existiram, sujeitas, como agora, a secas severas. Certamente ser capaz de pastar folhagens mais altas, não alcançadas por outros quadrúpedes da região foi vantajoso à nascente girafa, bem como seu largo peito servia de proteção e o longo pescoço, como sugerido por Wright, como uma torre de vigia, além de lhe servir para defesa e ataque. E porque outros quadrúpedes com cascos não adquiriram as vantagens que foram adquiridas pela girafa?

Em qualquer distrito, algum tipo de animal quase certamente será capaz de pastar mais alto que outros; e é quase igualmente certo que apenas esse tipo terá seu pescoço alongado para esse propósito, através da seleção natural e dois efeitos do uso crescente. Na África do Sul a competição [...] deve ter sido entre girafas e não com outros animais ungulados. (Darwin, 1875, pp. 178-179)

Com relação a outras partes do mundo, a questão não pode ser claramente respondida; mas é tão irrazoável esperar uma resposta a tal questão, como à questão de porque algum evento da história humana não ocorreu em um lugar, enquanto ocorreu em outro” (Darwin, 1875, p. 179). Somos ignorantes a respeito das condições que determinam o número e distribuição de cada espécie, mas podemos ver, de um modo geral, que várias causas interferiram. Ao tratar dessa dificuldade, Darwin demarca o que é ou não é razoável perguntar. O tratamento do caso do pescoço da girafa serve para enfatizar que certos intentos explicativos devem se limitar a causas gerais.

c) Na resposta a objeções referentes ao mimetismo, entre diferentes estratégias argumentativas usadas, destaca-se o jogo do atual e do possível, bem como a transformação da suposta deficiência explicativa da seleção natural em sua superioridade como único poder explicativo possível. Mivart, diga-se de passagem, vale-se aqui da reconstrução que fizera do argumento geral de Darwin, atribuindo-lhe a crença em uma “constante tendência à variação indefinida” e, nesse caso, as pequenas variações incipientes tenderiam a neutralizar umas às outras (Darwin, 1872, p. 181). A esse respeito, voltaremos em sua resposta à objeção **n**.

Darwin responde que, em todos os casos, os insetos em seu estado original apresentam alguma semelhança grosseira com um objeto

comumente encontrado em seu ambiente, o que não é improvável de ocorrer. Essa semelhança física é necessária para começar o processo, e isso explica porque o mimetismo não ocorre entre os animais maiores e superiores, com exceção de um peixe. De acordo com Darwin,

[...] haveria força na objeção de Mr. Mivart se tentássemos explicar as semelhanças acima independentemente da seleção natural, através da variabilidade meramente flutuante; mas, tal como o caso se encontra, não há nenhuma. (Darwin, 1872, p. 182)

**d)** O caso das barbatanas da baleia pertence a um padrão de dificuldades similar ao do caso da formação dos olhos. Nesse tipo de argumento, unem-se o jogo do atual e do possível, o poder explicativo da teoria como um todo, o balanço das razões pró e contra, a comparação entre o poder explicativo da teoria darwiniana e o das teorias de seus oponentes, junto com descrições detalhadas de órgãos de diferentes grupos (feitas por eminentes estudiosos), os quais são comparados entre si. O tratamento da objeção relativa à formação das barbatanas da baleia também serve como resposta à objeção geral 2 a respeito da co-existência de estruturas proximamente similares.

Darwin começa com descrições cuidadosas das barbatanas da baleia. Examina, também cuidadosamente, as gradações que vão do bico de um membro da família dos patos ao do marreco-de-bico-de-colher (*Spatula clypeata*), passando pelo bico do ganso egípcio (*Chenalopex*) e do pato comum. Voltando-se às baleias e considerando que o *Hyperodon bidens* tem um palato rugoso com pequenas e desiguais pontas ósseas, Darwin alega que não há nada estranho em supor que alguma forma de cetáceo antiga tivesse um palato similar, mas com pontas ósseas mais regularmente localizadas, e que essas viessem a se converter, por meio da Seleção Natural, em uma lamela bem desenvolvida. Gradações subseqüentes, as quais podem ser observadas em cetáceos existentes, levaria às enormes placas de barbatana das baleias da Groenlândia.

**e)** A resposta de Darwin à objeção de Mivart quanto à peculiaridade da posição dos olhos dos *Pleuronectidae* (os peixes chatos) igualmente ataca a objeção 1 e a 3, argumentando a favor do *gradualismo*. Com base em observações de autoridades científicas como

Malm, Darwin oferece inicialmente uma minuciosa descrição do comportamento e anatomia de peixes como o linguado, em diferentes estados de sua vida, ao longo da qual um olho se desloca para o lado do outro, ficando ambos sobre o mesmo lado. Cita a Schiodte, que vê uma transição gradual do *Hippoglossus pinguis* ao linguado, sendo que, nesse último, ambos os olhos estão completamente situados apenas em um lado. Conjugadas a essas minuciosas descrições, o hábito, o uso / desuso, as condições físicas e a ação da Seleção Natural preservando o que é benéfico dão conta do trânsito de um olho de um lado a outro da cabeça. O hábito de tentar olhar para cima com ambos os olhos, enquanto deitado sobre um dos lados, por certo teria sido benéfico. O uso e os efeitos herdados dão conta da peculiar posição da boca em várias espécies de peixes achatados. O desuso dá conta da condição menos desenvolvida de toda a metade inferior do corpo, incluindo as nadadeiras laterais. A ausência de cor do lado inferior dos peixes achatados é devida à falta de luz.

f) Nem tudo é devido à Seleção Natural – isso é enfatizado em sua resposta à objeção de Mivart quanto à formação do rabo preênsil dos macacos americanos. Darwin responde à incredulidade de Mivart na ação da seleção natural, dizendo: “Mas não há necessidade para qualquer crença como essa, o hábito, e isso já quase implica que algum benefício, grande ou pequeno é assim derivado, com toda a probabilidade seria suficiente” (Darwin, 1875, p. 189)

g) Ao caso das glândulas mamárias, Darwin inicialmente responde atacando as bases à objeção, dizendo que a questão não está posta de maneira adequada. Pois a maioria dos evolucionistas admite que os mamíferos sejam descendentes de uma forma marsupial; se for assim, as glândulas mamárias teriam inicialmente se desenvolvido dentro do saco marsupial. “[...] com os progenitores ancestrais dos mamíferos [...], não é pelo menos possível que os filhotes tenham sido nutridos de um modo similar?” (Darwin 1875, p. 189). Nesse caso, os indivíduos que secretassem o líquido mais nutritivo (como o leite), a longo prazo criariam um número maior de filhotes bem alimentados. Então, as glândulas cutâneas, homólogas das glândulas mamárias, por qualquer que fosse a causa, se tornariam mais eficientes e mais desenvolvidas do que o restante do saco marsupial. Con-

seqüentemente, teriam formado de início um seio sem o bico, como no caso do ornitorrinco. Todavia, o desenvolvimento da glândula mamária não seria de qualquer utilidade se o filhote, ao mesmo tempo, não fosse capaz de partilhar da secreção. Não há, contudo, maior dificuldade em entender como filhotes mamíferos aprenderam instintivamente a sugar, do que em entender como os pintos aprenderam a quebrar a casca do ovo, ou como poucas horas após saírem do ovo aprenderam a ciscar grãos de comida.

h) Darwin concorda com a existência de uma provisão especial para que o filhote de canguru não se afogue com a ingestão do leite materno: a laringe é tão alongada que sobe até o fim posterior da passagem nasal e então permite a livre entrada de ar nos pulmões, enquanto o leite passa sem perigo de cada lado dessa laringe alongada e chega com segurança ao esôfago que se encontra atrás. Quanto à objeção de que tal estrutura não é preservada na forma adulta, Darwin responde alegando que haveria uma dificuldade maior, caso fosse mantida. Mostra que ela já não seria de utilidade na idade adulta e que, se mantida, a voz, que, certamente, é da maior importância para muitos animais, dificilmente poderia ser usada plenamente enquanto a laringe entrasse na passagem nasal. Além disso, o Professor Flower sugeriu a Darwin que tal estrutura interferiria muito com a ingestão de comida sólida.

i) A resposta de Darwin ao caso dos *Equinodermatas* conta com a referência a renomadas autoridades. Começa apontando a ignorância de seu opositor, dada a base da evidência empírica disponível, e segue detalhadamente analisando os estágios do processo, a concluir, contrariamente a Mivart, pela utilidade de uma pedicelária fixada na base, como existe em algumas estrelas-do-mar, sem requerer uma haste móvel, como alegara Mivart. Segundo Darwin, “isso é inteligível se eles (os forcepses tridátiles) servem pelo menos como meios de defesa” (Darwin, 1875, p. 191). Darwin vale-se, na sustentação de sua resposta, de evidência provida pelos trabalhos de Agassiz, de M. Perrier e de Fritz Müller, à luz da qual “as pedicelárias devem ser vistas como espinhos modificados” e “toda a gradação, de um espinho comum fixo a uma pedicelária fixa, seria útil”. (Darwin, 1875, p. 192).

Com relação à “similaridade” entre as pedicelárias dos *equino-dermatas* e as “aviculárias” dos polizoários, Darwin responde, indiretamente “atestando” a ignorância de Mivart: “[...] no que se refere à estrutura, não posso ver similaridade entre a pedicelária tridáctila e a aviculária.” (Darwin, 1875, p. 193) Segundo Darwin, as aviculárias assemelham-se mais às pinças dos crustáceos e, com igual propriedade, Mivart poderia se ter referido a essa semelhança, ou mesmo à semelhança da aviculária com a cabeça e o bico de um pássaro como uma dificuldade especial. Darwin reporta-se a competentes naturalistas que estudaram as aviculárias e crêem que essas sejam homólogas com os zoóides e suas células, as quais compõem o zoófito, correspondendo o lábio ou testa móvel da célula à mandíbula inferior e móvel da aviculária. Todavia, é desconhecida qualquer gradação existente entre um zoóide e uma aviculária, sendo impossível conjecturar por meio de quais gradações úteis um teria sido convertido no outro. De aí não segue de aí que tais gradações não existiram. Mas, como as pinças dos crustáceos assemelham-se em certo grau à aviculária dos Polyzoas, ambos servindo como pinças,

[...] pode ser de valia mostrar que, no caso dos primeiros, uma longa série de gradações úteis ainda existem [...] levemente modificadas, as pinças tornando-se mais e mais perfeitas, até que, ao final, temos um instrumento tão eficiente como a pinça de uma lagosta; e todas essas gradações podem ser atualmente rastreadas (Darwin, 1875, p. 193)

**j)** As poucas dificuldades levantadas por Mivart na área da Botânica já haviam sido objeto de contínua investigação por parte de Darwin. Em sua resposta, Darwin propõe-se a abordar os aspectos mais peculiares dos trabalhos realizados, confrontando diretamente as objeções com base na evidência. Darwin examina em detalhe a estrutura das orquídeas, mostrando como se adaptam ao transporte do pólen pelos insetos de uma planta a outra. Na base das séries orquídeas, no *Cypripedium*, Darwin diz que podemos ver como os filamentos foram, provavelmente, os primeiros desenvolvimentos do caudículo. Há longas séries de gradações, todas úteis a cada planta, desde aquelas em que não há caudículo em que esteja afixada a massa viscosa, até aquelas em que há caudículos bem desenvolvidos sustentando a massa de pólen. Quando um inseto visita a flor, sai esfre-

gando-se em alguma matéria viscosa e então, ao mesmo tempo, leva adiante alguns grãos de pólen. Em outros casos, complexas massas de pólen são totalmente transportadas de uma planta a outra pelos insetos: “[...] todas as gradações nas várias espécies são admiravelmente adaptadas em relação à estrutura geral de cada flor para sua polinização por diferentes insetos” (Darwin, 1875, p. 196)

Voltando-se ao caso das plantas trepadeiras, Darwin mostra como se pode vê-las formando uma longa série, com crescente sensibilidade ao tato:

Aquele que ler minha comunicação sobre essas plantas admitirá, penso eu, que todas as muitas gradações de função e estrutura entre as plantas que simplesmente se enroscam e aquelas que exibem gavinhas são, em cada caso, benéficas à espécie no mais alto grau (Darwin, 1875, p. 196)

l) Darwin já havia tratado do caso de *sitaris* desde a 4<sup>a</sup> edição da *Origem*, como exemplo das várias mudanças de estrutura dos jovens aos adultos, devido a mudanças nos hábitos de vida juntamente com a hereditariedade de características a uma idade correspondente a seu aparecimento nas formas parentais. Na 6<sup>a</sup>. edição, inclui, no capítulo XIV, a referência à “maioria das melhores autoridades”, que estaria convencida de que vários estágios larvais e de pupa dos insetos foram adquiridos por meio de adaptação e não por meio de alguma forma ancestral. Também acresce o comentário (abaixo, entre “ ”) de que, se a *sitaris* se tornasse progenitora de uma nova classe de insetos, “o desenvolvimento da nova classe seria inteiramente diferente daquele do nossos insetos existentes, e o primeiro” estágio larval certamente não representaria a condição inicial de qualquer forma adulta antiga” (Darwin, 1875, p. 395).

m) O caso das formigas neutras é tratado por Darwin no capítulo VIII da *Origem*. Darwin responde à objeção quanto a possibilidade de explicar sua existência por meio da seleção natural, mostrando que a seleção natural pode explicar sua produção e a formação de castas e que tais fatos não aniquilam sua teoria. Na 6<sup>a</sup>. edição não houve acréscimos significativos a esse tratamento, além da explícita referência a que a ação da seleção, no caso dos insetos sociais, aplica-se à família e não ao indivíduo; assim, leves e vantajosas modifi-

cações, correlacionadas com a condição de esterilidade de alguns membros, seriam preservadas e que a tendência a produzir membros estéreis com as mesmas modificações seria transmitida pelos machos e fêmeas férteis a seus descendentes. Também na 6ª. edição a repetição do processo muitas vezes, até alcançar as grandes diferenças entre fêmeas estéreis e férteis da mesma espécie é apresentada não como uma “crença de Darwin”, mas como algo que deveria acontecer (Darwin, 1875, p. 230).

Mas, como reconhece Darwin, o clímax da dificuldade encontra-se no fato de que muitas das várias formigas neutras diferenciam-se não só de machos e fêmeas, mas entre si, constituindo duas ou três castas perfeitamente bem-definidas. Darwin procede realizando cuidadosas observações sobre castas de formigas neutras de espécies de diferentes gêneros. Explica os casos mais simples dos insetos neutros pertencentes apenas a uma casta, por analogia às variações ordinárias, começando com poucos casos e gradualmente levando à sobrevivência das comunidades cujas fêmeas produzam o maior número de formigas neutras com as modificações vantajosas, até que todas as formigas neutras tornem-se assim modificadas. A formação de castas, por sua vez, segue do processo ora descrito: ocasionalmente encontram-se formigas neutras de um mesmo ninho exibindo diferenças graduais de estrutura – tal como revelado por observações de renomados estudiosos e do próprio Darwin – sobretudo quanto ao tamanho do corpo, mandíbulas e órgãos da visão. Todas essas diferenças, sendo úteis à comunidade, são preservadas.

**n)** A resposta à objeção de que a variação vantajosa se perderia, dada sua inferioridade numérica, caso não houvesse a modificação simultânea de muitos indivíduos, envolve vários elementos centrais da teoria darwiniana. A teoria requer que a ação da Seleção Natural seja extremamente lenta – o que exclui a dificuldade de perpetuação de ‘sports’ – uma vez que ela age apenas quando há lugares na política natural dos distritos que possam ser mais bem ocupados pela modificação de alguns de seus habitantes. A ocorrência de tais lugares, por sua vez, freqüentemente dependerá de mudanças físicas que geralmente ocorrem muito lentamente, e da prevenção das imigrações de formas mais bem adaptadas. Como poucos são os habitantes que

se tornam modificados, as suas relações com os demais também serão afetadas, criando novos espaços a serem ocupados pelas formas melhores adaptadas. Tudo isso ocorrerá muito lentamente. Embora sempre ocorram diferenças leves entre indivíduos da mesma espécie, as diferenças que interessam à ação da Seleção Natural podem ocorrer em várias partes da organização, mas devem ser “da natureza certa”. O resultado será grandemente retardado pelo cruzamento livre. E aqui se encontra um ponto nevrálgico:

Muitos exclamarão que essas várias causas são amplamente suficientes para neutralizar o poder da seleção natural. Não creio que seja assim. Mas creio que a seleção natural geralmente agirá lentamente, apenas a longos intervalos de tempo, e apenas sobre poucos habitantes da mesma região. Creio ainda que esses resultados lentos, intermitentes estão de acordo com o que a geologia nos diz da taxa e modo pelo qual os habitantes do mundo mudaram. (Darwin, 1875, p. 84)

A favor de sua crença, estão os casos em que Darwin examina a formação de novas variedades (espécies incipientes), em áreas confinadas e em áreas maiores com diferentes distritos. São casos enriquecidos por considerações introduzidas na 6ª. edição. Áreas hoje contínuas freqüentemente devem ter existido como porções isoladas. Mas, se a mesma espécie sofre modificação nos vários distritos, as variedades recém-formadas não se cruzarão nas vizinhanças de cada distrito? No capítulo VI, Darwin examina o caso das variedades intermediárias, habitando regiões intermediárias; a longo prazo, serão suplantadas pelas variedades habitando as regiões vizinhas. Com animais que se deslocam muito e unem-se apenas para cada cruzamento, as variedades geralmente encontram-se em regiões confinadas. Com hermafroditas que se cruzam ocasionalmente e com animais que não se deslocam muito e podem aumentar rapidamente, novas e aperfeiçoadas variedades serão logo formadas, mantendo-se em bloco no mesmo local e só posteriormente espalhando-se, de modo que os indivíduos da nova variedade basicamente se cruzarão entre si (Darwin, 1875, pp. 80-81; pp. 137-138).

De acordo com a teoria de Darwin, inúmeras variedades intermediárias, proximamente relacionadas, deveriam ter existido;

[...] mas o próprio processo de seleção natural tende constantemente [...] a exterminar as formas parentais e elos intermediários. Conseqüentemente, evidência de sua anterior existência poderia ser encontrada apenas entre restos fósseis, os quais são preservados, [...] em registros extremamente imperfeitos e intermitentes. (Darwin, 1875, p. 138)

A teoria darwiniana também contempla a possibilidade de transformações que afetem a um grupo inteiro:

Não se deve [...] desconsiderar que certas variações fortemente marcadas, [...] freqüentemente ocorrem devido ao fato de uma organização similar sofrer uma ação similar – fato do qual poderiam ser dadas numerosas instâncias em nossas produções domésticas. [...] freqüentemente a tendência a variar da mesma maneira tem sido tão forte que todos os indivíduos da mesma espécie têm sido similarmente modificados sem o auxílio de qualquer forma de seleção. (Darwin, 1875, p. 72)

**8.2.6.** Após responder às principais objeções de Mivart à Seleção Natural, de um lado Darwin volta-se às inconsistências da base das objeções. Ataca seu caráter especulativo: alega que não possuem o caráter de demonstração que Mivart exige para a ação da Seleção Natural. Mivart invoca uma “força interna ou tendência”, ao invés da bem conhecida tendência à variabilidade ordinária a qual, por meio do auxílio da seleção pelo homem tem claramente dado origem a tantas e bem adaptadas raças domésticas, e que, por meio do auxílio da Seleção Natural dá origem, por meio de etapas graduais, a raças naturais ou espécies.

Ataca a ausência de evidência empírica para crer em modificações grandes e abruptas, dado o que sabemos sobre as mudanças abruptas na domesticação, onde, embora possíveis, são raras e ocorrem apenas como casos de reversão aos caracteres ancestrais ou como monstruosidades, as quais diferem muito em caráter das espécies naturais e, assim, lançam muito pouca luz sobre a sua origem. Como as espécies são mais variáveis sob domesticação do que na Natureza, não é provável a ocorrência freqüente de tais grandes e abruptas variações na Natureza. Se ocorressem na Natureza, estariam sujeitas a serem perdidas por cruzamento (objeção que, diga-se de passagem, poderia ser

dirigida ao próprio Darwin).

Levanta questões classificatórias: excluindo os casos acima, o que restaria de mudanças abruptas na Natureza consistiria, na melhor das hipóteses, em casos de “espécies duvidosas”. E questões de aceitabilidade científica: para crer na súbita aparição de uma nova espécie, se deveria também crer que vários indivíduos miraculosamente modificados poderiam simultaneamente aparecer na mesma área geográfica.

De outro lado, muitos grupos de fatos de distribuição geográfica, sucessão geológica das formas orgânicas, classificação, embriologia e mesmo fatos aparentemente estranhos, como os poucos casos de retrocesso na organização, são inteligíveis apenas à luz do princípio de que diferentes espécies se desenvolveram através de modificações muito pequenas.

## 9 ALGUMAS LIÇÕES

A polêmica Darwin *versus* Mivart revela-nos que, apesar de, aparentemente, terem um problema comum, a origem das espécies, um exame mais detido revela diferenças significativas que aparecem já na denominação do problema. “Origem” sugere um rastreamento “físico”, enquanto “gênese” evoca um aparecimento primevo, um momento inicial de criação. A colocação do problema, bem como a resposta que lhe é dada, sofre o molde que lhes é imposto pelos diferentes pressupostos e motivações. Seus pressupostos são radicalmente opostos e alicerçados em diferentes significados para “evolução” e “espécie”. Darwin possui uma orientação naturalista e Mivart, uma orientação teísta. Enquanto Mivart tenta conciliar ciência e religião, Darwin quer mantê-las separadas.

O problema de Darwin é mais específico, com foco em fenômenos e causas “naturais”, enquanto Mivart tem em vista antes uma questão geral, a da reconciliação entre evolução e teologia. Suas respostas exibem o direcionamento que lhes é dado na colocação do problema. Darwin aponta a um processo “natural” e Mivart a teses gerais, reservando o âmbito propriamente fenomênico para levantar dificuldades ao poder explicativo da teoria darwiniana, antes que para propor sua explicação própria.

Suas metodologias e estruturas argumentativas refletem suas di-

vergentes posições de investigação. Enquanto Darwin exibe uma flexibilidade própria de procedimentos, consistente com sua visão de Natureza e com as exigências argumentativas decorrentes da natureza do tema, escapando a uma “decisão” por meio de evidência empírica imediata e conclusiva, Mivart concentra-se em atacar Darwin para então introduzir a razoabilidade de suas próprias posições. O argumento de Darwin apresenta-se claramente estruturado na constituição de “um longo argumento”, seguindo o que poderíamos chamar de “ordem argumentativa”, em etapas bem definidas. O argumento de Mivart exibe uma estrutura menos clara, com uma mescla de diferentes ordens argumentativas nas etapas que nele se possa discernir.

De modo similar, Darwin faz uso de um elenco maior e cognitivamente mais sofisticado de estratégias argumentativas, embora Mivart e Darwin partilhem estratégias tais como o apelo a autoridades científicas renomadas, o jogo do atual e do possível, respectivamente, para levantar e responder a objeções, bem como o apelo à complexidade do problema e à nossa ignorância, a fatores emocionais e a manobras argumentativas para excluir o oponente da disputa. De um lado, Mivart inquestionavelmente assume um conceito anti-darwiniano de “espécie” e sutilmente opera distorções na reconstrução do argumento darwiniano. Darwin claramente refere-se às omissões e distorções que Mivart comete em suas citações de Darwin. De outro, Darwin também se aproveita de circunstâncias favoráveis para criar uma atmosfera anti-Mivart antes de responder a suas objeções.

É no cenário das objeções e respostas que tais estratégias aparecem com vigor e a polêmica ora analisada mostra como o tratamento de dificuldades / objeções / exceções desempenha um papel central no esclarecimento e defesa da teoria darwiniana. Acréscimos foram feitos na sua exposição, consolidando seu poder explicativo. Mivart vale-se da estratégia de levantar objeções para introduzir e defender suas visões. Disso resulta uma comparação de visões, da qual Darwin habilmente faz uso para mostrar a superioridade explicativa de sua teoria. Frequentemente, ao responder uma objeção, Darwin igualmente expõe os princípios e condições de sua teoria, reforçando seu poder explicativo como um todo.

Resumindo: assinalarei três das várias lições a aprender dessa po-

lêmica. Primeiro, que essa polêmica está fundada em diferentes pressupostos e motivações, que versa claramente sobre “visões” antes que “fatos” e tem conseqüências sobre quais sejam os fatos, como interpretá-los, e como fazer ciência. Segundo, que Darwin e Mivart não estão, de fato, tentando convencer um ao outro. Objeções e respostas são guiadas por pontos de vista irreconciliáveis, o que leva Darwin a seguidamente “recolocar” a questão e a questionar as bases mesmas da objeção. Ao questioná-las, ressalta a carência de suas bases especulativas e sua inadequação em face da evidência empírica e da tarefa classificatória – fatores a que a comunidade científica é por certo suscetível. Nessa medida, a controvérsia parece-se antes com uma disputa em que o alvo de cada um é convencer uma audiência maior: o público leitor e, de modo especial, a comunidade científica – preocupação que, de resto, é uma motivação básica a ambos.

Por fim, podemos aprender algo sobre a “racionalidade científica”. Mivart esposa uma visão dualista do homem, segundo a qual a racionalidade está do lado que não partilhamos com outros seres “naturais”. Darwin, por sua vez, vê o homem com um ser “natural” entre outros “seres naturais” e seus esforços explicativos pertencem àqueles que podemos alcançar como seres “naturais”. No fundo de tais esforços, há uma condição básica: se há uma resposta racional (segundo essa racionalidade “naturalizada”) à questão da origem das espécies, então deve ser como a proposta por Darwin. O papel aí desempenhado pelas estratégias em pauta, muitas das quais seriam rotuladas de “retóricas” à luz da tradição, igualmente revela o papel da retórica na racionalidade da ciência, sendo-lhe inviável de uma racionalidade algorítmica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DARWIN, Charles. *Charles Darwin's notebooks, 1836-1844*. Ed. Paul H. Barret *et al.* Ithaca: Cornell University Press, 1987.
- . *The voyage of the Beagle*. New York: Doubleday / The American Museum of Natural History, 1962.
- . *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life*. New York: Appleton, 1875.

DARWIN, Francis (org.). *The life and letters of Charles Darwin*. 3 vols. London: John Murray, 1888.

MIVART, St. George. *On the genesis of species*. New York: D.Appelton and Co., 1871.

PECKAM, Morse (ed.). *The origin of species by Charles Darwin, a variorum text*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1959.



## O conceito de interação na organização dos seres vivos

---

**Fernanda Aparecida Meghioratti\***

**Ana Maria de Andrade Caldeira\*\***

**Jehud Bortolozzi\*\*\***

---

### 1 INTRODUÇÃO

A Biologia atual tem sido caracterizada por uma crescente ênfase nos aspectos moleculares (El-Hani, 2002; Emmeche, 2004; Feltz, 1995). Mas, apesar do caráter fundamental da Biologia Molecular ao entendimento dos mecanismos biológicos, ela não é suficiente para a compreensão da organização de um ser vivo.

Richard Lewontin (2002) critica a visão do desenvolvimento de um ser vivo como desdobramento de características predeterminadas pelos genes, ressaltando que a ontogenia de um organismo é consequência da interação singular entre: seus genes, a seqüência temporal do ambiente externo e eventos moleculares aleatórios que ocorrem dentro das células individuais (ruídos do desenvolvimento). Para ele, um genótipo não especifica um produto único de desenvolvimento, mas uma norma de reação com resultados diferentes em ambientes variados. Charbel Niño El-Hani (2002) destaca também a compreensão distorcida na Biologia, em que o organismo é visto como ponto

---

\* Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP. E-mail: fglio@fc.unesp.br. Endereço para correspondência: Avenida Eng<sup>o</sup> Luiz Edmundo Carrijo Coube, s / n, 17.033-360 Bauru, SP.

\*\* Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP. E-mail: caldeira@netsite.com.br

\*\*\* Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP. E-mail: jehud@fc.unesp.br

de encontro passivo, entre as variáveis genéticas e a seleção natural, o que desconsidera o papel ativo do organismo na modificação de seu ambiente. No entanto, como afirma Lewontin (2002), o organismo constrói e altera o seu meio, não podendo ser considerado apenas um ente passivo nas interações biológicas.

Segundo Kepa Ruiz-Mirazo *et al.* (2000), as pesquisas biológicas atuais estão focalizadas em níveis mais restritos que o organismo, tais como a biologia molecular e a teoria evolutiva genecêntrica, ou em níveis mais globais, como em algumas partes da biologia evolucionária e da ecologia. Os autores destacam que o organismo tem desempenhado um papel marginal nas pesquisas atuais e defendem a importância de recolocar o conceito de organismo no centro da discussão biológica.

A compreensão do objeto de estudo da Biologia, isto é, a vida, implica o entendimento complexo do ser vivo, tendo o organismo, seu tipo de organização e seu ambiente como focos de discussão. Concordando com a visão de um organismo complexo e com a centralidade desse conceito à construção do conhecimento biológico, propomos o estudo do organismo reconhecendo a existência de dois discursos formadores da compreensão de um ser vivo (Salthe & Matsuno, 1995), um internalista, e outro externalista<sup>1</sup>. Nestes discursos, destacamos a compreensão de níveis hierárquicos de organização (referencial de um observador externo) e as tentativas de compreender o sistema a partir de seus mecanismos geradores (referencial interno).

Através do pressuposto da teoria de níveis da Biologia Hierárquica, consideramos o ser vivo como ponto central da discussão, assu-

---

<sup>1</sup> Ressaltamos que as conotações dos termos *externalismo* e *internalismo* usadas neste trabalho não dizem respeito às abordagens em História da ciência mas são referentes a formas distintas de discursos sobre o mundo, amparadas no referencial de um observador. No discurso externalista, segundo Stanley Salthe (2001a), uma construção teórica ou modelo é produzido a partir do referencial de um observador externo ao fenômeno. Enquanto, em uma perspectiva internalista, o observador está inserido na representação do sistema, ou seja, a elaboração do discurso é realizada a partir da perspectiva dos participantes do fenômeno. Para Salthe, o discurso internalista emerge no século XX como resposta às dificuldades dos modelos externalistas em explicar a complexidade do mundo.

mindando sua unidade e autonomia por meio das relações engendradas pelos seguintes níveis: ambiente celular-molecular / organismo / ambiente externo.

A idéia de interação célula-organismo-ambiente pressupõe a ação modificadora constante de um nível em relação ao outro. O organismo não é só modificado pelo meio, como também age sobre esse e o transforma. Na visão internalista, ressaltamos: a compreensão da auto-organização a partir de um observador interno que experiencia as interações dinâmicas dos componentes de um dado sistema.

Iremos nos basear nos debates recentes advindos da Filosofia da Biologia referentes às seguintes noções: (1) existência de uma clausura funcional / operacional e uma abertura energética; (2) o reconhecimento de níveis hierárquicos de organização a partir do referencial de um observador externo; (3) a compreensão dos mecanismos gerativos de um sistema a partir de um pressuposto internalista.

Compreendemos que o discurso biológico típico está centrado no reconhecimento de níveis hierárquicos de complexidade, o que não diminui a importância da compreensão internalista de um sistema. O estudo sistemático da organização básica de um ser vivo e sua relação com outros níveis de complexidade oferece unidade aos diferentes domínios da Biologia, proporcionando autonomia relativa a essa ciência. A Biologia estando centrada no organismo não pode ser reduzida apenas à física e à química, tendo uma epistemologia do conhecimento própria.

A tendência em enfatizar os aspectos moleculares encontrada na pesquisa biológica reflete-se também no contexto de ensino-aprendizagem dessa área do conhecimento. Alguns estudos (Kawasaki & El-Hani, 2002; Coutinho, 2005; Silva, 2006) indicam a existência de uma tendência ao reducionismo, enfatizando a unidade da vida em níveis moleculares e celulares, sem esforço similar para a compreensão dos seres vivos em níveis acima do celular. Nessa perspectiva, o ensino de Biologia pode ser beneficiado pela inserção da Filosofia da Biologia, estimulando a compreensão do ser vivo como ponto nodal do conhecimento biológico. A compreensão de diversos níveis de interações, na qual o organismo tem um papel primordial, pode auxiliar no entendimento da Biologia de forma unificada e sub-

seqüentemente promover um ensino de Biologia menos fragmentado.

## **2 A COMPREENSÃO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS OBSERVACIONAIS EXTERNALISTA E INTERNALISTA**

A singularidade do conhecimento biológico está no seu próprio objeto de estudo, ou seja, na compreensão dos sistemas vivos. O estudo sobre os seres vivos pode ser realizado, segundo Stanley Salthe e Koichiro Matsuno (1995), a partir de dois tipos de discursos amparados em pressupostos observacionais com referenciais distintos: externalista (o observador é externo ao fenômeno) e internalista (o observador descreve na perspectiva de quem experencia o fenômeno). Numa perspectiva de um observador externo ao fenômeno, é possível construir o conhecimento através de níveis hierárquicos irredutíveis. Enquanto, em uma abordagem internalista, o fenômeno é visto como consequência da dinâmica natural do próprio sistema. Na visão internalista a descrição preocupa-se com os processos e com a ocorrência das interações, em tempo real, de momento a momento. Em Salthe & Matsuno (1995) é realizado um debate entre os autores, sendo que Salthe representa o discurso externalista, através da teoria hierárquica, enquanto, para Matsuno o discurso internalista está relacionado ao conceito de auto-organização. Para os autores, apesar dos discursos internalista e externalista serem alternativos, não existe contradição entre eles. Salthe formula uma hierarquia estruturalista enfatizando a complexidade, enquanto Matsuno tem uma abordagem minimalista dos processos.

Além da proposta de Matsuno, podemos destacar ainda, a partir de um referencial internalista, a teoria da autopoiese formulada por Humberto Maturana e Francisco Varela. A teoria da autopoiese compreende o ser vivo como um “sistema circular de produções moleculares, no qual o que se mantém é a circularidade das produções moleculares. Mantém-se a circularidade, mas não a forma, que pode variar” (Maturana, 2001, p. 32). Na organização autopoietica celular, os componentes moleculares estão organizados numa rede de interações e são, ao mesmo tempo, produtores e produtos. Essa rede de interações é realizada em um espaço demarcado por uma fronteira, a mem-

brana celular. Entretanto, a membrana celular não apenas delimita a extensão da rede de transformações que produz seus componentes, como também participa na determinação desses. Segundo Maturana e Varela (2001), uma unidade autopoietica funciona em um fechamento operacional, mas não é fechada em termos de matéria ou energia.

As perspectivas internalista e externalista são formas distintas de apreensão da realidade, permitindo a compreensão múltipla dos sistemas vivos. Esses dois discursos recebem contribuições da discussão do conceito de clausura (fechamento do sistema). Este conceito é importante, pois ajuda na delimitação do sistema; ou seja, permite reconhecer uma barreira em que se define o que é interno ou externo ao sistema.

## **2.1 A abordagem sistêmica e o conceito de clausura**

Reconhece-se o organismo vivo como um sistema com características peculiares, no qual pode ser reconhecida uma identidade que ocorre na relação do organismo com o meio em que está inserido. A definição de ser vivo pode ser explicitada através da compreensão do próprio conceito de sistema, o qual se relaciona com a percepção de uma barreira ou limite que determina os componentes ou uma região do espaço.

Cliff Joslyn (2000) reconhece a existência de duas visões para a definição do que seja um sistema: a *padrão* ou *estrutural* e a *construtivista*. Na abordagem sistêmica estrutural, um sistema é definido por um grupo de unidades, que se combinam, formando um todo que opera em união. O conjunto interage, através das múltiplas entidades (chamadas de partes), formando uma nova entidade (todo) com novas propriedades em um nível hierárquico distinto daquelas partes. Por outro lado, na visão 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 uma pessoa (Joslyn, 2000). O enfoque baseia-se 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 (2000) destaca a importância de um movimento de síntese

entre essas duas visões, ressaltando que em ambas é fundamental a distinção entre o sistema e seu ambiente. O autor destaca duas formas de fluxos entre sistema e ambiente: um fluxo linear que prioriza uma determinada direção e um fluxo cruzado, estabelecendo uma relação circular entre sistema e ambiente. O estabelecimento de uma circularidade determina o aparecimento de uma clausura operacional (fechamento do sistema), introduzindo uma nova forma de nível hierárquico.

Na abordagem sistêmica, a barreira estabelecida por essa circularidade distingue o interior da clausura de seu exterior. Em sistemas reais, o fechamento total não é verificado (pois, nesse caso, nenhuma informação, ou energia, poderia fluir através da barreira), também não são verificados sistemas completamente abertos (pois isso levaria a perda de identidade do sistema). O que se verifica são graus de fechamentos, que estão entre esses dois extremos, possibilitando a ocorrência de fluxos lineares e circulares entre sistema e ambiente.

As visões estruturalista e construtivista aproximam-se da distinção realizada por Salthe & Matsuno (1995) em relação aos discursos internalista e externalista. A diferença entre as posições de Salthe e Matsuno (1995) em relação à de Joslyn (2000), é que para os primeiros, dentro de uma visão internalista, não é possível a existência de níveis hierárquicos (que seria uma propriedade atribuída pela percepção de um observador externo ao fenômeno).

## **2.2 Auto-organização e autonomia em sistemas vivos**

Outro conceito importante ao entendimento da organização básica dos seres vivos - que está relacionado com a formação de sistemas organizacionais operacionalmente fechados (o que estamos denominando aqui por clausura) - é o conceito de auto-organização.

Nesse trabalho, utilizamos a distinção de auto-organização realizada por Alvaro Moreno (2004), segundo a qual o conceito pode ser compreendido de três formas: a) no sentido *geral*, designando conjuntamente os fenômenos de formação espontânea de ordem dinâmica; b) no sentido de *autonomia*, quando o sistema é capaz de ser mantido de forma adaptativa, exercendo suas ações funcionais dentro de um ambiente variável; e c) no sentido de *autonomia coletivamente*

*organizada*, ou seja, os sistemas biológicos coletivos, tais como populações e comunidades.

Moreno (2004) destaca que o conceito *geral* de auto-organização pode ser entendido como: um fenômeno resultante da relação não linear entre níveis, ou seja, a emergência de uma estrutura global e sistemática, através de interconexões de unidades simples; um padrão macroscópico, representando a estabilização de certas relações, por meio de numerosas relações entre elementos microscópicos. Os sistemas auto-organizáveis têm em comum o fato de sua organização interna não ser consequência das características materiais de seus componentes, mas da manutenção de algum tipo de dinâmica circular que gera e mantém um novo tipo de correlação entre os elementos que, em sua ausência, permaneceriam desconectados (Moreno, 2000).

Os sistemas auto-organizáveis ocorrem longe de um equilíbrio termodinâmico, ou seja, são sistemas dissipativos, tais como furacões, reações químicas autocatalíticas e seres vivos. Os sistemas dissipativos surgem quando, em algumas circunstâncias, componentes independentes se relacionam, formando uma organização estável. A manutenção de um sistema dissipativo dá-se através de um fluxo de energia que mantém o sistema longe do equilíbrio termodinâmico (Moreno, 2000)<sup>2</sup>. Os sistemas dissipativos estão abertos ao fluxo de energia e / ou matéria, permanecendo em estados quase-estáveis a certa distância do equilíbrio. Estes sistemas dependem de fluxos energéticos externos para manter a sua organização e dissipam gradi-

---

<sup>2</sup> A segunda lei da termodinâmica considera que um sistema isolado termicamente, em desequilíbrio, tende a aumentar sua entropia (medida da desordem do sistema), atingindo, gradativamente, o estado inerte de entropia máxima, no qual o sistema atinge o equilíbrio termodinâmico. Erwin Schrödinger (1997) ressalta que na vida este estado de entropia máximo seria a morte. Para o autor, os organismos vivos evitam o estado de entropia máxima extraindo do meio que o circula a “ordem” para sua organização. Segundo Schrödinger, “no caso de animais superiores conhecemos bem o tipo de ordem da qual se sustentam, ou seja, o estado extremamente bem ordenado da matéria em compostos orgânicos mais ou menos complexos que lhe servem de alimento”. A vida seria caracterizada como a manutenção de um estado dinâmico que permaneceria longe do equilíbrio termodinâmico e, portanto, do estado de entropia máximo.

entes de energia (com menor capacidade de realizar trabalho) para o meio (Schneider & Kay, 1997)<sup>3</sup>.

Moreno (2004) delimita a partir do entendimento geral de sistemas auto-organizáveis uma categoria mais específica: a *autonomia*. O conceito de autonomia é compreendido como a capacidade de agir segundo leis e regras geradas a *partir do próprio sistema*. “Por esta razão os sistemas autônomos são chamados de agentes autônomos (ou simplesmente agentes)” (Moreno, 2004, p.140). Os sistemas autônomos possuem uma variedade de ações funcionais que permitem a manutenção da identidade sob diversas condições externas. A idéia de autonomia requer uma identidade distinta, pressupondo não somente a distinção entre o sistema e o ambiente, mas também a possibilidade dessa distinção ser realizada pelo próprio sistema, ou seja, a redefinição de suas interações com o meio. Nesse sentido, o agir de um ser autônomo atua na construção do próprio ser, sendo, ao mesmo tempo produtor e produto de suas ações. Um sistema autônomo exerce uma atividade funcional sobre seu ambiente externo, ao passo que este também age sobre ele. Moreno (2004) resume as características de um sistema autônomo como uma identidade ativa, no qual o sistema constrói recursivamente os limites que o constitui. O exemplo fornecido para representar esse tipo de autonomia é a evolução pré-biótica na Terra.

Para Moreno (2004), os seres vivos constituem um tipo especial de autonomia, aberta evolutivamente, e não restrita ao âmbito individual: *autonomia coletivamente organizada*. Os organismos vivos são formados por meio da conexão histórico-coletiva (a história evolutiva). Esse tipo de organização coletiva permite a reprodução e a transmissão de informações complexas, o que acabou por suplantando o tipo de autonomia construído no ambiente pré-biótico.

Segundo Moreno (2004), a complexidade da organização biológica individual só foi possível, através da inserção em um meta-sistema mais amplo em relação ao nível espacial e temporal, no qual se registrou as seqüências funcionais transmitidas e selecionadas em etapas

---

<sup>3</sup> A Primeira Lei da Termodinâmica diz que a energia total em um sistema isolado permanece a mesma. Entretanto, a qualidade da energia do sistema (a capacidade de realizar trabalho) pode mudar.

sucessivas. A forma de meta-organização dos seres vivos permitiu a origem de um ecossistema capaz de reciclar componentes necessários à sustentação da organização individual de base. Assim, ao preço da perda de uma autonomia completa no nível individual, a meta-organização biológica permitiu a articulação de formas de vida de modo indefinidamente sustentável. A autonomia de sistemas individuais inseridos em metas-sistemas (ecossistemas, colônias, organismos pluricelulares, sociedades, etc.) propiciou a criação de sistemas mais complexos que são organizados em níveis hierárquicos de dependência. Essa interdependência ao longo da evolução biológica gerou novas formas de autonomia (racionalidade, cognição, etc.) e novas unidades autônomas (espécies, grupos sociais, etc.).

### **2.3 A hierarquia escalar e o organismo como ponto focal de discussão do conhecimento biológico**

A percepção de uma autonomia relativa ao nível individual (organismo) e sua inserção em níveis superiores de organização pode ser representada através de uma hierarquia escalar (referencial externalista).

A visão externalista está relacionada à forma lógica da compreensão humana sobre o mundo, que tenta apreendê-lo por meio da categorização e hierarquização. O estabelecimento de níveis de diferentes complexidades, que está presente na estruturação do conhecimento biológico, é coerente com a perspectiva externalista. Na Biologia, é comum descrever a complexidade biológica através de níveis distintos (Ruiz-Mirazo *et al.*, 2000). Isso ocorre devido a Biologia se preocupar com uma ampla gama de fenômenos distribuídos, desde níveis inferiores como os aspectos moleculares e celulares, até níveis superiores, como populações e ecossistemas. No entanto, um estudo local e restrito, a partir de um pressuposto internalista, permite aprofundar o conhecimento, por meio de uma maior riqueza de detalhes, e descrever as interações e os mecanismos gerativos que permitem a emergência das características descritas a partir do referencial externalista. Portanto, esses discursos devem ser vistos como complementares.

Entendendo que a descrição hierárquica é típica no conhecimento

biológico e lhe confere certa autonomia em relação aos estudos físico-químicos, descrevemos, a seguir, a hierarquia escalar proposta por Salthe (2001b).

Para a utilização de uma hierarquia escalar é necessário estipular um nível focal (no qual ocorre o fenômeno de interesse), bem como os níveis superior e inferior, compondo um sistema triádico. As propriedades de nível superior promovem condições limitantes para o nível de interesse, enquanto propriedades de nível inferior geram características apresentadas no nível estudado. O nível focal ancora as interações entre os níveis superior e inferior.

A hierarquia escalar é formada por partes encaixadas em todos<sup>4</sup>, podendo ser representada por [nível superior [nível focal [nível inferior]]]. Se as partes são consideradas relevantes para uma determinada análise, são chamadas de componentes; se não, são chamadas de constituintes. Esse tipo de hierarquia descreve um momento singular no espaço, e seu formato impõe a descrição de limites de comunicação entre os níveis. Como os níveis são separados por suas dinâmicas (cada nível tem um fechamento funcional), o problema, que surge dessa descrição, é entender como ocorrem as interações entre níveis. Para Salthe (2001b), esse problema pode ser parcialmente resolvido considerando que as comunicações, entre níveis, são realizadas de forma indireta por vias informacionais, em que os sinais se movem de um nível a outro e são transformados nos e pelos limites entre eles.

Considerando o ser vivo como ponto central do conhecimento biológico e como nível de complexidade escolhido, descrevemos o organismo em uma estrutura de interações com o nível superior (o ambiente externo que o rodeia) e o nível inferior (sua composição celular-molecular). As interações entre esses níveis podem ser representadas pela seguinte hierarquia escalar: [*Ambiente Externo* [*Organismo* [*Ambiente Interno*]]]. Portanto, para entender um determinado ser vivo é importante considerar o ambiente que ele está inserido (isso pode ser realizado em diferentes níveis de complexidade, tais como

---

<sup>4</sup> Essa é apenas uma das possíveis descrições hierárquicas, outros tipos de hierarquias podem ocorrer, por exemplo, hierarquias funcionais ou de controle (ver Korn, 2005).

populações, espécies e ecossistemas) e sua organização interna (interações entre seus componentes moleculares).

A teoria hierárquica está relacionada com a emergência de novas qualidades e sua posição filosófica, o emergentismo. O emergentismo entende que novidades qualitativas surgem, quando sistemas materiais alcançam um nível de complexidade, apresentando um tipo genuinamente novo de estado de relação entre seus componentes. De acordo com Claus Emmeche (2004), a observação de propriedades emergentes não pode ser deduzida a partir de um nível inferior. Segundo El-Hani, o sistema triádico proposto por Salthe permite “explicar a emergência com base nas condições de restrição impostas pelos níveis superior e inferior à dinâmica dos eventos no nível focal” (El-Hani, 2002, p. 234).

Tomando como exemplo um organismo unicelular, seu padrão organizacional emergente depende das interações ocorridas no nível imediatamente inferior (interações moleculares) e no nível imediatamente superior (restrições impostas pelo ambiente na configuração do organismo). O organismo unicelular, no entanto, não deve ser compreendido apenas como ponto de encontro entre os níveis inferior e superior, deve-se considerar ainda a sua história evolutiva e a inserção em um meta-sistema mais amplo. O organismo é caracterizado pela presença de certa autonomia, o que implica que ele tem regras próprias e flexibilidade na interação com o meio externo, agindo sobre esse e modificando-o, não podendo ser considerado apenas um ente passivo. Os níveis [Ambiente Externo [Organismo [Ambiente Interno]]] descreve um determinado momento no espaço, mas, quando consideramos a evolução temporal e histórica, percebemos que os limites, entre esses níveis, estão em constante reconstrução e não podem ser considerados estáticos. Portanto, o organismo se reconstrói em sua ação no ambiente.

### **3 O ORGANISMO COMO EIXO DO CONHECIMENTO BIOLÓGICO E IMPLICAÇÕES PARA O CONTEXTO DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Alguns estudos realizados sobre o conceito de vida no contexto de ensino-aprendizagem de Biologia (Kawasaki & El-Hani, 2002; Cou-

tinho, 2005; Silva, 2006) indicam que as definições de ser vivo são tendenciosamente construídas, através de aspectos moleculares e de aspectos internos inerentes ao ser vivo, não dando a mesma importância aos outros níveis de complexidade. Essas características estão presentes tanto em livros didáticos do Ensino Médio (Kawasaki & El-Hani, 2002) quanto em alunos de graduação e pós-graduação (Coutinho, 2005; Silva, 2006).

Segundo El-Hani (2002), com a crescente molecularização dos aspectos biológicos, a Biologia passa a ser compreendida como nada mais que uma extensão da física e da química ao domínio dos sistemas vivos. Para o autor, essa não é uma interpretação adequada, já que a organização biológica impõe, por exemplo, restrições às reações químicas que ocorrem em sistemas vivos. Assim, não se pode perder de vista, no ensino de Biologia, a singularidade da organização de um sistema vivo. Segundo Ernst Mayr (2005, p. 44-51), o resgate do organismo como unidade do conhecimento biológico permite o reconhecimento de características que são próprias ao conhecimento biológico, entre elas: a complexidade dos sistemas vivos; a narrativa histórica dos processos biológicos; a aleatoriedade dos processos evolutivos e a emergência de novas propriedades devido a novos caminhos interativos entre as partes que compõem um sistema.

O ensino de Biologia - trabalhado de forma fragmentada e, através de uma grande quantidade de nomes - poderia ser focado em conceitos centrais como o de organismo, um elemento estruturante e unificador do currículo. No ensino, a Biologia é geralmente descrita em áreas compartimentalizadas, tais como Citologia, Zoologia, Botânica, Embriologia, entre outras. Essas áreas são estreitamente relacionadas, quando a ênfase é dada na compreensão de processos que ocorrem dentro de organismos e nas suas relações com o meio. Assim, o entendimento do organismo, através da estrutura triádica [Ambiente Externo [Organismo [Ambiente Interno]]], é frutífera quanto ao aspecto educacional, uma vez que contribui para promover uma visão mais coerente da Biologia. Segundo El-Hani (2002), por meio do sistema triádico de Salthe, não se pode restringir a investigação ao nível focal; necessitando considerar também os níveis imediatamente superior e inferior, o que proporciona aos alunos uma

visão integrada do conhecimento biológico.

A descrição da biologia, por meio dos níveis: [ambiente externo [organismo [ambiente interno]]], recoloca o objeto de estudo da Biologia (ou seja, a vida) no centro da discussão, contribuindo para destacar a autonomia e singularidade do conhecimento biológico. A inserção do debate filosófico, no ensino de Biologia, permite pensar o que caracteriza a Biologia como campo específico do conhecimento. Qual sua epistemologia? O que a diferencia? Como a Biologia se relaciona com outros campos do conhecimento? Como entender o seu objeto de estudo?

Essas questões estão na base do conhecimento biológico e devem ser ressaltadas no contexto de ensino-aprendizagem. O ensino de Biologia pode ganhar com estes questionamentos um espaço de discussão e reflexão mais abrangente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUTINHO, Francisco Ângelo. *A construção de um perfil conceitual de vida*. [Tese de Doutorado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
- EL-HANI, Charbel Niño. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. Pp. 199-242, in: SILVA FILHO, Waldomiro *et al.* *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador: Arcádia, 2002.
- EMMECHE, Claus. Organicism and qualitative aspects of self-organization. *Revue Internationale de Philosophie* **228** (2): 205-217, 2004.<sup>5</sup>
- FELTZ, Bernard. Le réductionnisme em biologie. Approches historique et épistemologique. *Revue Philosophique de Louvain* **93** (1-2): 9-32, 1995.
- JOSLYN, Cliff. Levels of control and closure in complex semiotic systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **901**: 67-74, 2000.<sup>6</sup>
- KAWASAKI, Clarice Sumi; EL-HANI, Charbel Niño. An analysis

---

<sup>5</sup> Número especial sobre *Auto-organisation*.

<sup>6</sup> Número especial sobre *Closure: emergence organizations and their dynamics*.

- of life concepts in Brazilian high-school biology textbooks. Vol. 1, pp. 101-109, in: *Rethinking Science and Technology Education to Meet the Demand of Future Generations in a Changing World: X Symposium - International Organization for Science and Technology Education (IOSTE)*, Foz do Iguaçu, PR, 2002. São Paulo: IOSTE, 2002.
- KORN, Robert. The emergence principle in biological hierarchies. *Biology and Philosophy* **20**: 137-151, 2005.
- LEWONTIN, Richard. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente*. Trad. José Viegas Filho. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.
- MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MATURANA, Humberto & VARELA, Francisco. *A árvore do conhecimento*. Trad. Humberto Marioti e Lia Diskin. São Paulo: Pallas Athena, 2001.
- MATURANA, Humberto. *A ontologia da realidade*. Organizado por Cristina Magro, Míriam Graciano & Nelson Vaz. 2ª reimpressão. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.
- MORENO, Alvaro. Auto-organisation, autonomie et identité. *Revue Internationale de Philosophie* **228** (2):135-150, 2004.
- . Closure, identity, and the emergence of formal causation. *Annals New York Academy of Science* **901**: 112-121, 2000.
- RUIZ-MIRAZO, Kepa; ETXEBERRIA, Arantza; MORENO, Alvaro & IBÁÑEZ, Jesús. Organisms and their place in biology. *Theory in Biosciences* **119** (3-4): 209-233, 2000.
- SALTHE, Stanley & MATSUNO, Koichiro. Self-organization in hierarquical systems. *Journal of Social and Evolutionary Systems* **18** (4): 327-338, 1995.
- SALTHE, Stanley. Theoretical biology as an anticipatory text: a relevance of Uexküll to current issues in evolutionary systems. *Semiotica* **134** (1-4): 359-380, 2001 (a).
- . *Summary of the principles of hierarchy theory*, 2001 (b). Disponível em: <<http://www.nbi.dk/~natphil/salthe>>. Acesso em: 22 de junho de 2006.
- SCHNEIDER, Eric. D. & KAY, James, J. Ordem a partir da desor-

dem: a termodinâmica da complexidade biológica. Pp. 187-201, in: MURPHY, Michael P. & O'NEIL, Luke A. J. (orgs). "*O que é vida?*" 50 anos depois: especulações sobre o futuro da biologia. Trad. Laura Cardellini Barbosa de Oliveira. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

SCHRÖDINGER, Erwin. *O que é vida? O aspecto físico da célula seguido de mente e matéria e fragmentos autobiográficos*. Trad. Jesus de Paula Assis e Vera Yukie Kuwajima de Paula Assis. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997.

SILVA, Fábio Augusto Rodrigues. *O perfil conceitual de vida: ampliando as ferramentas metodológicas para sua investigação*. [Dissertação de Mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.



# **Recorrência da idéia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural**

---

**Fernanda Aparecida Meghioratti\***

**Ana Maria de Andrade Caldeira\*\***

**Jehud Bortolozzi\*\*\***

---

## **1 INTRODUÇÃO**

A História da Ciência tem sido considerada por vários autores um elemento essencial no Ensino de Ciências, pois contextualiza a construção científica como um processo sócio-cultural (Brush, 1989; Hodson, 1991; Matthews, 2002).

No contexto do conhecimento biológico, a Teoria da Evolução é considerada um eixo unificador, já que organiza os diferentes campos dessa área do conhecimento. Entretanto, apesar de a teoria evolutiva ser amplamente divulgada, as pesquisas relacionadas ao ensino-aprendizagem de evolução, tomando como foco as idéias dos alunos (Bizzo, 1991; Jensen & Finley, 1996; Dagher & Boujaoude, 2005; Ingran e Nelson, 2006) e as concepções dos professores (Zuzovsky,

---

\* Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Engº Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n, CEP 17.033-360 Bauru, SP. E-mail: fglio@fc.unesp.br

\*\* Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, Brasil. E-mail: caldeira@netsite.com.br

\*\*\* Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, Brasil. E-mail: jehud@fc.unesp.br

1994; Crawford *et al.*, 2005), indicam que o conceito de evolução biológica é de difícil compreensão e aceitação, podendo ser influenciado por valores culturais e pelo entendimento da natureza do caráter científico.

A Teoria Sintética da Evolução tem como pressuposto básico a modificação da frequência de genes de uma população, no qual a porcentagem de genes em cada período depende de um complexo de relações, como: competições, fatores aleatórios, fluxo de genes e capacidade reprodutiva dos indivíduos (Futuyma, 2002, p. 13). A Teoria Sintética não possui em seus pressupostos componentes progressistas, no entanto, alguns autores (Rosslénbroich, 2006; Oliveira, 1998) indicam que os conceitos de progresso e evolução estiveram entrelaçados desde o surgimento do pensamento evolucionista até as discussões contemporâneas.

Sendo o conceito de evolução fundamental para o ensino de Biologia e estando envolvido em sua construção pelo sentido de progresso, objetivamos discutir diferentes conotações do termo progresso no desenvolvimento histórico do pensamento evolutivo e no ensino de Biologia.

Neste trabalho, enfatizamos o pensamento evolucionista dos séculos XVIII e XIX e discussões contemporâneas relacionadas à existência de uma tendência ao aumento da complexidade na evolução dos seres vivos. No contexto evolucionista dos séculos XVIII e XIX, destacamos os seguintes pensadores: Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829); Charles Robert Darwin (1809-1882); Herbert Spencer (1820-1903) e Ernst Heinrich Haeckel (1834-1919). Estes referenciais foram escolhidos devido às suas contribuições teóricas sustentarem o debate sobre evolução biológica e, freqüentemente, serem referidos de forma reducionista nos livros didáticos e por professores de Biologia. Na Biologia contemporânea, ressaltamos o debate sobre tendências macroevolutivas, destacando a existência de visões distintas na construção da ciência.

No contexto de ensino, consideramos os conceitos de evolução biológica apresentados por professores de Biologia da rede estadual de ensino de Bauru através da análise de entrevistas semi-estruturadas realizadas no ano de 2003. Tanto na revisão histórica

quanto nas concepções dos professores procuramos identificar a presença de diferentes conotações de progresso e ressaltar aspectos sócio-culturais presentes na construção do conhecimento científico.

## **2 CONOTAÇÕES DE PROGRESSO NA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

Segundo Rosslenbroich, o termo progresso possui três raízes históricas: o conceito de *scala naturae*, relacionado à visão de mundo hierárquico, linear e estático, que, entretanto, nos séculos XVIII e XIX foi “temporalizada” implicando a modificação de espécies em um sentido ordenado e progressivo; a noção de progresso social e cultural; e a teoria da recapitulação (Rosslenbroich, 2006, p. 42). Essas três raízes foram fundamentais ao desenvolvimento do pensamento evolucionista do século XVIII, levando à compreensão predominante da evolução como uma progressão linear (*ibid.*, p. 42).

Rosslenbroich reconhece que o termo progresso tem sido utilizado na forma de cinco conotações diferentes, quando relacionado ao pensamento evolutivo: (1) modificação do mundo vivo, gerando aumento de organismos superiores; (2) seres mais recentes, na história evolutiva, sendo melhores que os mais antigos; (3) progressão com certa linearidade; (4) evolução tendo uma força que dirige seu progresso; (5) evolução culminando em um objetivo (Rosslenbroich, 2006, p. 43). As conotações de progresso não estão necessariamente associadas. As concepções de progresso podem conter apenas uma destas conotações ou serem acepções formadas pela combinação dos vários elementos indicados.

De acordo com Rosslenbroich o termo progresso pode ser útil para descrever algumas tendências macroevolutivas, por exemplo, um possível aumento da autonomia dos organismos em relação ao ambiente (Rosslenbroich, 2006, p. 64). No nosso trabalho, entendemos que a classificação de conotações distintas de progresso, tal como a realizada por Rosslenbroich (2006), permite uma maior clareza na análise da noção de progresso no pensamento evolutivo. No entanto, não partilhamos da idéia de que o termo progresso possa ser útil para a descrição de padrões macroevolutivos, pois, compreendemos, tal

como Gould (2001), que as descrições de tendências evolutivas, muitas vezes, trazem subjacente a ideologização do conhecimento científico e revelam uma preocupação em avaliar a macroevolução a partir das espécies atuais.

Concordando com a importância da especificação das formas - referentes a como o termo progresso tem se relacionado com o conceito de evolução - reestruturamos as conotações apontadas por Rosslenbroich (2006) de acordo com as seguintes categorias: (1) *aumento de complexidade*; (2) *valoração crescente entre seres vivos*; (3) *linearidade*; (4) *mecanismos diretivos internos e/ou externos*; (5) *finalidade*. Na história da Biologia, podem-se notar como diferentes conotações de progresso se combinam em diversas teorias.

## **2.1 O progresso no pensamento evolucionista dos séculos XVIII e XIX**

Nos séculos XVIII e XIX intensificam-se os estudos referentes ao processo de diversificação dos seres vivos. Entre os pesquisadores que contribuíram para sistematizar o pensamento evolutivo encontram-se: Lamarck, Darwin, Spencer e Haeckel.

Para Lamarck, as formas de vida inferiores surgem continuamente da matéria inanimada e progredem através de uma tendência inerente em direção à complexidade (Futuyama, 2002, p. 4). Segundo Martins, Lamarck utiliza de forma freqüente na sua obra para descrever o processo de “evolução” termos que indicam um aperfeiçoamento ou progresso (Martins, 1993, p. xvii).

No pensamento de Lamarck sobre as transformações dos seres vivos, podem-se reconhecer os seguintes pontos: a geração espontânea de seres vivos, originando duas cadeias de seres vivos, uma para os animais e outra para os vegetais; a existência de uma tendência interna nos organismos (devido ao movimento de fluidos), levando ao aumento de complexidade; a ocorrência de causas acidentais (o ambiente) promovendo a formação de espécies ramificadas (Martins, 2003, p. 300). As cadeias de seres vivos de Lamarck diferem da idéia de uma escala natural contínua e fixista, pois, apesar dos grandes grupos serem arranjados em ordem linear de perfeição, ocorre um processo de ramificação das espécies, devido às circunstâncias ambi-

entais (Martins, 1997, pp. 41-42).

Relacionando-se a concepção de diversificação dos seres vivos de Lamarck com as categorias de progresso estabelecidas, verifica-se que a categoria de *linearidade* é apresentada de forma parcial no pensamento de Lamarck, pois apesar dos grandes grupos serem ordenados de forma linear, existe a ramificação das espécies devido à influência do meio. A presença da categoria *finalidade* também é discutível, pois apesar de Lamarck considerar o homem como o ser mais complexo, não estabelece um limite para a progressão dos animais. Assim, no pensamento de Lamarck reconhecemos as seguintes categorias: *linearidade parcial*; *mecanismo diretivo interno* (devido ao movimento dos fluidos corporais) e *externo* (devido ao ambiente); *aumento de complexidade*; *valoração crescente entre seres vivos*.

Enquanto Lamarck utiliza termos como progresso e aperfeiçoamento para descrever o surgimento de novos grupos de seres vivos, Darwin utiliza o termo “descendência com modificação”. A existência da noção de progresso no pensamento de Darwin permanece em discussão. Em alguns momentos, Darwin parece rejeitar a idéia de que os organismos mais recentes na história da vida sejam mais avançados do que os mais antigos; no entanto, outras vezes, parece aceitar essa idéia (Shanahan, 1999, p. 171). O reconhecimento de que o termo progresso possui diferentes conotações em relação ao conceito de evolução permite clarificar essa discussão.

Darwin rejeita a idéia de que a evolução tenha uma força diretiva ou algum objetivo (Rosslénbroich, 2006, p. 43) e, portanto, não é possível atribuir-lhe as categorias *de mecanismos diretivos* e *finalidade*. Entretanto, Darwin esperava que em geral houvesse um acúmulo de melhoramentos através da competição, já que os organismos ficavam cada vez melhor adaptados ao seu ambiente, ocorrendo uma tendência ao aumento da organização dos seres vivos (Shanahan, 1999, p. 172; Rosslénbroich, 2006, p. 44). Segundo Shanahan, um caminho para conciliar essa aparente ambigüidade é reconhecer que Darwin “rejeitou qualquer noção de progresso evolucionário como determinada por uma lei necessária de progressão, todavia, aceita o progresso evolucionário como consequência da seleção natural operando dentro de um ambiente específico” (Shanahan, 1999, p. 172).

Nesse sentido, o progresso pode ser compreendido de forma restrita como o *aperfeiçoamento* de estruturas através do acúmulo de variações favoráveis em um determinado ambiente.

Verifica-se também na obra darwiniana a noção de progresso relacionada à *valoração crescente entre seres vivos*, na qual a espécie humana recebe um lugar de maior relevância: “Sobre a grande importância das faculdades intelectivas não podem subsistir dúvidas visto que o homem deve principalmente a elas a sua posição predominante no mundo” (Darwin, 1882, p. 125).

O trabalho de Darwin indica uma valoração dentro da própria espécie humana:

Se estes homens [com capacidades inventivas] deixam filhos que herdam a superioridade mental, a possibilidade de que nasça um número ainda maior de membros de engenho seria um tanto melhor e, numa tribo pequena seria decisivamente melhor. (Darwin, 1882, p. 126)

Com os selvagens, os fracos de corpo ou mente são brevemente eliminados, e aqueles que sobrevivem, geralmente, exibem um vigoroso estado de saúde. Nós homens civilizados, por outro lado, retiramos esse processo de eliminação; [...] nós instituímos leis para os pobres; nossos médicos salvam a vida no último minuto [...] Portanto, os membros fracos da sociedade civilizada propagam seu tipo. (Darwin, 1882, p. 130)

Observa-se que, para Darwin, a reprodução é fundamental para expandir o número de organismos considerados “superiores”. É possível estabelecer uma associação entre essas idéias e o movimento eugênico que se iniciava com a publicação de *Hereditary genius* por Francis Galton. A palavra eugenia significa a ciência do melhoramento humano e Galton estava convencido de que a maioria das qualidades era herdada e que o progresso humano dependeria de como essas qualidades eram passadas para as gerações futuras (Castañeda, 2003, p. 902).

Um importante divulgador do termo evolução em diferentes campos do conhecimento foi Herbert Spencer. Para Spencer a evolução é definida como uma transformação na qual a matéria passa de um estado de homogeneidade indefinida para uma heterogeneidade defi-

nida, sofrendo uma diferenciação progressiva (Spencer, 1939, p. 3). O processo evolutivo ocorreria em todas as áreas do conhecimento.

Assim, propomo-nos demonstrar, em primeiro lugar, que esta lei do progresso orgânico é a lei de todo o progresso; quer se trate das transformações da Terra, do desenvolvimento da vida à sua superfície ou do desenvolvimento das instituições políticas, da indústria, do comércio, da língua, da literatura, da ciência, da arte, dá-se sempre a mesma evolução do simples para o complexo, mediante sucessivas diferenciações. (Spencer, 1939, p. 5)

Spencer utiliza indistintamente os termos “evolução” e “progresso” para delimitar as transformações da matéria em direção à heterogeneidade. Spencer tenta desvincular esses termos da valoração social, indicando que aquilo que o ser humano acredita ser bom nem sempre pode ser entendido como progressivo ou evolutivo. No entanto, apesar dessa tentativa, verifica-se a valoração social relacionada ao conceito de progresso, na distinção entre seres humanos, em que se consideram os europeus como mais diversificados e especializados:

As pernas dos *papuas*, que têm freqüentemente os braços e o corpo bem desenvolvidos, são muito curtas, lembrando os quadrúmanos, que não oferecem grande contraste no tamanho das extremidades torácicas e abdominais. Nos *europeus*, pelo contrário, é muito visível o maior comprimento e robustez das pernas, apresentando-se neles, portanto, uma maior heterogeneidade entre estas extremidades. [...] a julgar pela maior extensão e variedade das funções que desempenha, podemos inferir que o homem civilizado possui também o sistema nervoso mais complexo ou heterogêneo do que o homem não civilizado. (Spencer, 1939, p. 9)

Verifica-se que sua ideologia influencia suas inferências e norteia aquilo que é mais ou menos diversificado, sendo o ideal de especialização na espécie humana, o homem europeu. Podem-se reconhecer no trabalho de Spencer as categorias de progresso: *aumento de complexidade* e *valoração crescente entre seres vivos*.

Haeckel discutiu a evolução através de sua lei biogenética, a qual compreende que a ontogenia recapitula a filogenia, ou seja, o desenvolvimento de um organismo, do ovo ao adulto, é uma série linear

que repete os passos morfológicos que seus ancestrais apresentaram durante a evolução paleontológica. O conceito de filogenia para Haeckel refere-se a uma série *linear* dos principais estágios morfológicos na linhagem de descendentes de uma espécie (Dayarat, 2003, p. 521). Haeckel foi principalmente inspirado por Lamarck e Goethe, construindo suas árvores genealógicas amparado na idéia de que os organismos podiam ser arranjados em uma escala dos organismos inferiores para os superiores, na qual as ramificações eram apenas superficiais (*ibid.*, p. 525). Haeckel considera a espécie humana no ápice da evolução:

Nós sabemos que a inumerável variedade de animais e plantas que durante o curso de milhões de anos tem povoado nosso planeta são todos simples ramos de uma árvore genealógica; nós sabemos que a própria raça humana forma apenas um dos mais recentes, superiores, e mais perfeitos ramos da raça dos vertebrados. (Haeckel, 1895, p. 32)

O progresso na obra de Haeckel pode ser percebido pelas categorias: *aumento de complexidade, valoração crescente entre seres vivos e linearidade parcial.*

## **2.2 O progresso no pensamento evolucionista da biologia contemporânea**

O progresso na biologia atual aparece principalmente na compreensão de que existe um *aumento de complexidade* na diversificação dos seres vivos (Rosslbroich, 2006, pp. 51-52). Isso pode ser notado na procura de tendências evolutivas para descrever a diversificação das espécies. Pode-se verificar em Wilson como essa tendência é representada.

Durante os últimos milhares de milhões de anos, o conjunto dos animais evoluiu num sentido ascendente em tamanho corporal, alimentação e técnica defensiva, complexidade cerebral e de comportamento, organização social e precisão de controle ambiental – em cada caso, para mais longe do estado não vivo do que seus antecedentes mais simples. (Wilson, 1997, p. 192)

Gould (2001) defende que a tendência para o aumento da complexidade entre os seres vivos é enganosa. A impressão de que existe

uma tendência é causada pela barreira de simplicidade imposta aos organismos na origem da vida na Terra. Os primeiros organismos não poderiam tornar-se mais simples, pois se desestruturariam. Entretanto, considerando a diversidade de seres vivos estabelecidos nos milhões de anos seguintes, a evolução pode tanto aumentar como diminuir a complexidade dos seres vivos, não existindo na evolução biológica uma tendência para o aumento de complexidade.

A conotação de progresso na descrição de tendências macroevolutivas demonstra uma preocupação em avaliar a evolução a partir das espécies atuais, buscando encontrar características que julgamos ser “melhores” (tais como aumento da média corporal, aumento da centralização das funções coordenadoras, entre outras).

Outra proposta de progresso, em uma versão adaptacionista, é encontrada em Dawkins. O progresso evolucionário, para Dawkins, pode ser considerado como uma tendência ao aumento de adaptação através do acúmulo de variações favoráveis em um determinado ambiente (Shanahan, 2001, p. 131). Percebe-se que essa forma de progresso relacionada à adaptação é a mesma defendida por Darwin para explicar o surgimento de estruturas complexas através da seleção natural. Nesse sentido restrito de progresso não fica implícita uma tendência evolutiva geral para o aumento de complexidade.

### **2.3 Comparação das categorias de progresso na construção do conceito de evolução**

Na tabela 1 apresentamos as categorias de progresso evidenciadas em Lamarck, Darwin, Spencer, Haeckel e na Biologia contemporânea. A valoração crescente entre seres vivos pode ser observada na análise dos séculos XVIII e XIX. É possível que essa categoria também seja encontrada na biologia contemporânea associada à idéia de aumento de complexidade, mas é necessária a realização de estudos complementares que evidencie essa relação. A categoria *aumento de complexidade* esteve presente nos séculos XVIII e XIX e continua em discussão na Biologia atual.

TABELA 1: CATEGORIAS DE PROGRESSO NA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA						
		Aumento de complexidade	Valoração crescente entre seres vivos	Linearidade	Mecanismos diretivos	Finalidade
Séculos XVIII e XIX	Lamarck	X	X	X (parcial)	X	
	Darwin	X (restrito a determinados ambientes)	X			
	Spencer	X	X			
	Haeckel	X	X	X (parcial)		
Biologia contemporânea	X (na forma de tendências macroevolutivas)					

### 3 O PROGRESSO NAS CONCEPÇÕES DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA APRESENTADAS PELOS PROFESSORES DE BIOLOGIA

No ano de 2003, realizamos entrevistas semi-estruturadas com professores de Biologia que participaram de uma discussão sobre Evolução e História da Biologia organizada conjuntamente pela Diretoria Regional de Ensino de Bauru e pelos autores deste trabalho. No presente texto, estamos restritos aos discursos dos professores que apresentaram componentes progressivos implícitos ao conceito de evolução biológica. A pesquisa empírica e a análise das entrevistas foram fundamentadas na metodologia qualitativa de pesquisa, na medida em que priorizou uma análise em profundidade dos dados, ao invés do enfoque centrado na quantidade (Bogdan & Biklen, 1994; Flick, 2004).

Na tabela 2 estão destacados fragmentos de fala de quatro professores relativos à questão: *O que é evolução biológica?* A partir das respostas dos sujeitos, foram feitos novos questionamentos para aprofundar as reflexões. O componente “progresso” não estava presente nas questões, aparecendo de forma espontânea na concepção de evolução de alguns professores. Nessa tabela também estão indicadas diferentes categorias de progresso identificadas no discurso dos professores.

Nos fragmentos destacados são observadas algumas analogias com idéias apresentadas na construção histórica do conceito de evolução e a recorrência das categorias de progresso nas concepções evolutivas dos professores.

Os professores 1 e 4 apresentam associações de diversas categorias de progresso, o que era comum no pensamento pré-darwiniano. No trecho destacado para a Professora 2, verifica-se a aproximação entre o conceito de evolução biológica e o de evolução cultural do homem, idéia análoga a visão de Spencer, na qual a evolução estaria presente nos diferentes fenômenos observáveis (biológicos, culturais, entre outros).

TABELA 2: FRAGMENTOS DO DISCURSO DE PROFESSORES DE
--

BIOLOGIA E RESPECTIVAS CATEGORIAS DE PROGRESSO		
PROFESSORA 1	<p>Fragmento 1: Acredito que todos nós viemos de um ancestral comum, eu acredito que seja de uma bactéria, ou de algum ser unicelular. Eu acredito que tenha sido assim: <i>primeiro na água, depois foi vindo para a terra, por isso que a classificação é assim: peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.</i></p> <p>Fragmento 2: <i>Eu acredito que todos nós viramos anjos algum dia.</i> Eu acredito que o ser humano vai evoluir, vai evoluir sempre, cada vez mais e mais [...] eu acredito que todos nós vamos sempre <i>melhorar.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearidade</li> <li>• Finalidade</li> <li>• Valoração crescente entre seres vivos</li> </ul>
PROFESSORA 2	<p>Fragmento 1: O conceito de evolução que eu tenho parece <i>com o desenvolvimento de minhas idéias.</i> Quando eu entrei na faculdade era um pensamento, eu fui lendo, fui me aprimorando, com o passar dos anos saí de lá com outra idéia, foi uma evolução, que foi ocorrendo gradativamente com o passar do tempo e ela continua ocorrendo. <i>Eu acho que evolução é assim para os seres vivos, para as plantas, para tudo.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Associação entre evolução cultural e evolução biológica</li> </ul>
PROFESSOR 3	<p>Fragmento 1: Tudo está evoluindo. Inclusive eu falo que até <i>a gente está aqui evoluindo espiritualmente,</i> está tudo evoluindo, então os animais estão evoluindo, eles estão se modificando.</p> <p>Fragmento 2: Estou trabalhando em um biotério e faço manutenção em linhagem de camundongo, tem uma linhagem que é chamada de BalbC e comparando-a com o camundongo comum, percebe-se que eles são diferentes e são da mesma espécie. <i>Eu acho que quando você olha dois animais da mesma espécie, mas com algumas diferenças, bom aqui ocorreu o quê? Um processo de evolução.</i> O BalbC ele é um camundongo evoluído, ele é diferente. Quando você o pega na mão <i>você percebe que ele é mais calmo, ele é mais tranquilo, ele é mais dócil,</i> enquanto, o camundongo comum é mais arisco, ele é mais nervoso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoração crescente entre seres vivos</li> </ul>

PROFESSOR 4	<p>Fragmento 1: <i>Progressão das espécies</i>, surgimento de novas espécies, desaparecimento de outras, através da genética, mutações, combinações. A evolução vai <i>de moneras até o homem, que é dentro dos animais o mais complexo</i>, não o mais evoluído, das algas até chegar às angiospermas, que são as mais evoluídas dos vegetais. Há um aperfeiçoamento contínuo das espécies por estímulos e cobranças do próprio meio. Quando no meio não há essas variações, a evolução quase não se processa. A evolução é positiva, não diria finalista, mas ela vai aperfeiçoando. Não posso dizer que é finalista, porque a gente não tem uma idéia de modelo final.</p> <p>Fragmento 2: Vai chegar um momento que a gente tem que entender a existência de <i>um elemento organizador, de organização estrutural atrás de tudo, criando, organizando, mantendo</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearidade</li> <li>• Valoração crescente entre seres vivos</li> <li>• Aumento de complexidade</li> <li>• Mecanismo diretivo externo</li> </ul>
-------------	---	---

Nota-se, no discurso dos professores, a associação da crença religiosa (que pode ser considerada como um *mecanismo diretivo*) com o conceito de evolução biológica. Isso pode ser percebido nas falas: “eu acredito que todos nós viraremos anjos algum dia” (professora 1); “inclusive eu falo que até a gente está aqui evoluindo espiritualmente” (professor 3); e “vai chegar um momento que a gente tem que entender a existência de um elemento organizador, de organização estrutural atrás de tudo, criando, organizando, mantendo” (professor 4).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No pensamento evolutivo dos séculos XVIII e XIX, foram observadas as conotações de progresso: *aumento de complexidade, valoração crescente entre seres vivos, linearidade e mecanismos diretivos*. A conotação de progresso representada por uma *valoração crescente entre seres vivos* esteve associada intensamente ao contexto sócio-cultural, servindo de alicerce para diferentes ideologias.

Na discussão contemporânea, o progresso assume a forma de certas tendências evolutivas para o aumento de complexidade, especialização de funções, entre outras. A busca dessas tendências foi crítica-

da por Gould (2001) como uma ideologização do conhecimento científico, no qual se busca na natureza qualidades que acreditamos ser boas ou que conduzam às espécies atuais.

Nas concepções de evolução biológica, dos professores entrevistados, foram verificadas todas as categorias de progresso estabelecidas. Os componentes progressivos relacionaram-se: (1) a não distinção entre evolução cultural e biológica; (2) a idéia de que a evolução leva a uma melhoria nos organismos vivos; (3) a associação de crenças religiosas; (4) a uma concepção do homem como organismo mais complexo.

Tanto na construção histórica do conceito de evolução biológica quanto nas concepções apresentadas pelos professores de Biologia, podemos inferir a existência de componentes progressivos enraizados em valores sociais e na crescente especialização e complexidade. Algumas das concepções apresentadas pelos professores são semelhantes a idéias que apareceram ao longo da construção histórica do conceito de evolução biológica. Deste modo, uma análise histórica poderia permitir a reflexão dos professores sobre as suas próprias idéias. O uso da História da Biologia no contexto da formação de professores poderia ajudar a demonstrar como as ideologias permeiam o conhecimento científico, destacando a não neutralidade da ciência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. *Ensino de evolução e história do darwinismo*. [Tese de Doutorado em Educação] São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRUSH, Stephen. History of science and science education. Pp. 54-66, in: SHORTLAND, M. & WARWICK, A. (orgs.). *Teaching the history of science*. Oxford: Basil Blackwell, 1989.
- CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. Eugenia e casamento. *História, Ciências e Saúde – Manguinhos* **10** (3): 901-930, set-dez, 2003.
- CRAWFORD, Barbara; ZEMBAL-SAUL, Carla; MUNFORD, Da-

- nusa; & FRIEDRICHSEN, Patricia. Confronting prospective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. *Journal of Research in Science Teaching* **42** (6): 613-637, 2005.
- DAGHER, Zoubeida; BOUJAOUDE, Saouma. Students' perceptions of the nature of evolutionary theory. *Science Education* **89** (3): 378-391, 2005.
- DARWIN, Charles Robert. *The descent of man and selection in relation to sex*. 2. ed. London: John Murray, 1882<sup>1</sup>.
- DAYRAT, Benoît. The roots of phylogeny: how did Haeckel build his trees? *Systematic Biology* **52** (4): 515-527, 2003.
- FLICK, Uwe. *Introducción a la investigación cualitativa*. Trad. Tomás del Amo. Madrid: Ediciones Morata, 2004.
- FUTUYMA, Douglas. *Biologia evolutiva*. 2. ed. Coordenador de tradução Mário de Vivo. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002.
- GOULD, Stephen Jay. *Lance de dados: a idéia de evolução de Platão a Darwin*. Trad. Sérgio Moraes Rego. Rio de Janeiro: Record, 2001.
- HAECKEL, Ernst. *Monism: as connecting religion and science: the confession of faith of a man of science*. London: Adam and Charles Black, 1895.
- HODSON, Derek. Philosophy of science and science education. Pp. 19-32, in: MATTHEWS, Michael (ed.). *History, philosophy, and science teaching: selected readings*. Toronto / New York: OISE / Teachers College, 1991.
- INGRAN, Ella & NELSON, Craig. Relationship between achievement and students' acceptance of evolution or creation in an upper-level evolution course. *Journal of Research in Science Teaching* **43** (1): 7-24, 2006.
- JENSEN, Murray & FINLEY, Fred. Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. *Journal of Research in Science Teaching* **33** (8): 879-900, 1996.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria da progressão dos*

---

<sup>1</sup> Disponível em: <[www.virtualbooks.com.br](http://www.virtualbooks.com.br)> Acesso em: 17 de julho de 2005.

- animais de Lamarck*. [Dissertação de Mestrado em Genética] Campinas: Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1993.
- . A cadeia dos seres vivos: a metodologia e a epistemologia de Lamarck. Pp. 40-46, in: ALVES, I. M.; GARCIA, E. M. *Anais do VI Seminário de História da Ciência e da Tecnologia*. Rio de Janeiro: SBHC, 1997.
- . Lamarck, evolução orgânica e a adaptação dos seres vivos: algumas possíveis relações. Pp. 299-306, in: RODRÍGUES, Víctor; SALVATICO, Luis (eds.). *Epistemología e historia de la ciencia. Selección de trabajos de las XIII jornadas*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2003.
- MATTHEWS, Michael. O tempo e o ensino de ciências: como o ensino da história e filosofia do movimento pendular pode contribuir para a alfabetização científica. Pp. 31-48, in: SILVA FILHO, Waldomiro José da. (org.). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador: Arcádia, 2002.
- OLIVEIRA, Deisy Lara de. Polêmicas recorrentes na síntese evolutiva. *Episteme* **3** (6): 52-67, 1998.
- ROSSLEMBROICH, Bernd. The notion of progress in evolutionary biology – the unresolved problem and an empirical suggestion. *Biology and Philosophy* **21**: 41-70, 2006.
- SHANAHAN, Timothy. Evolutionary progress from Darwin to Dawkins. *Endeavour* **23** (4): p. 171-174, 1999.
- . Methodological and contextual factors in the Dawkins/Gould dispute over evolutionary progress. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* **32** (1): 127-151, 2001.
- SPENCER, Herbert. *Do progresso sua lei e sua causa*. Lisboa: Inquérito, 1939<sup>2</sup>.
- WILSON, Edward O. *A diversidade da vida*. Trad. Isabel Mafra. Lisboa: Gradiva, 1997.
- ZUZOVSKY, Ruth. Conceptualization a teaching experience on the development of the idea of evolution: an epistemological ap-

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.eBooksBrasil.com>>. Acesso em: 19 de Julho de 2005.

proach to the education of science teachers. *Journal of Research in Science Teaching* **31** (5): 557-574, 1994.



## O despontar de um paradigma na paleontologia

Frederico Felipe de Almeida Faria\*

### 1 INTRODUÇÃO

No âmbito da História Natural, foram necessários séculos até que surgissem métodos e programas de pesquisa apropriados para que o estudo dos fósseis apresentasse seus resultados obtidos, servindo de inspiração para ulteriores pesquisas, em havendo uma promessa de sucesso ao explicar seu objeto de estudo. Tal promessa originou-se a partir da capacidade de resolução dos problemas definidos implicitamente dentro daquele campo de pesquisa e provocou, assim, a adesão de pesquisadores daquela área de estudos a este novo conjunto de idéias. Desta maneira esta forma de delimitar e também resolver um problema pode ser tomada sob uma perspectiva kuhniana como um paradigma científico.

O próprio Thomas Kuhn, em seu *A estrutura das revoluções científicas*, defendeu a ocorrência de uma revolução darwiniana (Kuhn, 2003, p. 227), que evidentemente operou em diversos domínios da História Natural, inclusive no estudo dos fósseis. Isto torna evidente que anteriormente a esta revolução, a Paleontologia já havia alcançado um estágio de desenvolvimento no qual, pode-se caracterizar como um período de ciência normal onde um paradigma científico já estabelecido, estava recebendo reconhecimento de suas realizações, fornecendo problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes daquela área científica (Kuhn, 2003, p. 13).

---

\* Universidade Federal de Santa Catarina. Estudante de doutorado no Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas. Rua Protenor Vidal, 405, 88040-320 Florianópolis, SC. E-mail: felipeafaria@uol.com.br

## 2 O PERÍODO PRÉ-PARADIGMÁTICO

Desde sua Pré-História, o ser humano atribuiu valor a vários objetos fossilizados os quais despertaram sua curiosidade e a valorização, provavelmente devido à sua raridade, sua semelhança com organismos vivos ou parte deles, adicionado o fator de sua textura e composição lítica. Por sua vez, durante a Idade Antiga, diversos pensadores levantaram hipóteses sobre a origem dos fósseis, baseadas em preceitos mais racionais. Neste período histórico a discussão sobre a origem orgânica se fez presente, ou seja, alguns pensadores interpretavam os fósseis como tendo se originado a partir de organismos vivos, diferentemente de outros pensadores que atribuíam sua origem a forças mágicas que atuariam nas entranhas da terra. Esta discussão atravessou a Idade Média e se prolongou até a modernidade, onde o termo *fossilia* (fóssil) era utilizado para denominar todos os objetos petrificados obtidos através de escavação ou que se encontravam expostos na superfície da terra (Edwards, 1967, pp. 1-2 e 40).

A origem orgânica dos fósseis recebeu grande aceitação, somente quando os trabalhos do médico e anatomista dinamarquês, Nicolaus Steno<sup>1</sup> (1638-1686/7) e do naturalista italiano, Fabio Colonna (1567-1650)<sup>2</sup> relacionaram fósseis de origem marinha encontrados em localidades distantes da costa à ocorrência de transgressões e regressões marinhas pretéritas. Prontamente este estabelecimento do caráter orgânico dos fósseis foi utilizado, por pensadores modernos e contemporâneos, os teólogos naturais diluvianistas, como prova da existência de vestígios do Dilúvio Bíblico. A configuração universal da distribuição dos fósseis e as localidades distantes do mar, na qual muitas vezes eram encontrados, atestava para os teólogos naturais, a

---

<sup>1</sup> Steno comparou dentes fossilizados de tubarão com os dentes de um tubarão atual, constatando que havia traços de sais marinhos agregados aos primeiros. Em seu livro *De solido intra solidum naturaliter contento* (1669) formulou as leis naturais que governam a formação de uma sucessão estratigráfica, tais como: Um estrato inferior é mais antigo do que os superiores.

<sup>2</sup> Colonna constatou a presença da estrutura de união das valvas de conchas marinhas, e concluiu que tais estruturas só poderiam ser decorrentes da atividade orgânica.

amplitude do Dilúvio (Woodward [1723] *apud* Mather, 1939, p. 52)<sup>3</sup>. Porém estes foram questionados com relação às camadas em que se desenterravam os fósseis.

A técnica estratigráfica já estabelecera que havia uma seqüência nos estratos, e que esta deveria ser interpretada cronologicamente. Assim, para alguns naturalistas, os fósseis que eram encontrados em diferentes estratos poderiam ser tratados como originados em diferentes épocas, e não em um único evento, como afirmavam os diluvi-anistas (Buffon [1807], *apud* Mather, 1939, pp. 68-70)<sup>4</sup>.

Assim sendo, mesmo com a aceitação da origem orgânica, os fósseis continuavam a ser explicados sob diversos pontos de vista, sendo apenas descritos e insipidamente classificados, configurando um estágio pré-paradigmático. Portanto é possível observar, que até este momento histórico, não houve nenhuma realização validada pela comunidade científica da época capaz de proporcionar algum fundamento para sua prática posterior ou definir os problemas e métodos deste campo de conhecimento, situação que caracterizaria o surgimento de um paradigma, segundo Thomas Kuhn.

### 3 O PROJETO CUVIERIANO

Georges Cuvier pretendia compreender a natureza através das relações de funcionalidade, internas e externas a todos os organismos, inclusive os desaparecidos, como eram denominados até então os extintos, possibilitando assim, a elaboração de uma história natural plena.

Para interpretar os dados da anatomia e dos fósseis, desenvolveu métodos, apoiando-se no princípio das “Condições de Existência”, que ele descreveu em seu trabalho de 1817, *Le règne animal (O reino animal)*. Assim, formulou princípios fisiológicos e anatômicos onde, segundo Dominique Guillo (2003) a comparação era um método que substituiria a experimentação, pois esta, ao destruir o fenômeno da vida, impediria sua análise ou das leis que governam os seres vivos (Guillo, 2003, p. 55). Cuvier vislumbrou-os como unidades funcio-

---

<sup>3</sup> Extraído de *An essay towards a natural history of the earth*, 1723.

<sup>4</sup> Traduzido de Buffon: *Époques de la nature*, 1807.

nais, regidas por leis específicas, implicando que as categorias taxonômicas fossem tipos de organização, que deveriam ser analisadas através de sua história, para serem compreendidas em sua plenitude (Bowler, 1996, p. 45).

#### 4 O PARADIGMA CUVIERIANO

Ao apresentar em 1796 seu *Mémoire sur les espèces d'éléphants vivants et fossiles (Relatório sobre espécies de elefantes, vivas e fósseis)*, Cuvier já estava propondo alguns pontos de seu programa para a Paleontologia. Neste trabalho no qual ele teve como objeto de estudo fósseis de mamutes e mastodontes não se limitou a descrevê-los, mas tratou de compará-los com elefantes africanos e asiáticos, objetivando estabelecer suas posições taxonômicas. Através da anatomia comparada pôde concluir que os elefantes atuais, os mamutes e os mastodontes pertenciam a espécies distintas. E neste mesmo ano fez a afirmação que talvez ostente de forma mais clara a exposição de seu programa:

Existe uma ciência que apesar das aparências tem uma estreita relação com a anatomia, e que se interessa pela estrutura da Terra, que coleta os monumentos da história física do globo e tenta, com mão firme, esboçar um quadro das revoluções sofridas por ele: resumidamente, somente com o auxílio da anatomia, é que a geologia pode estabelecer, de maneira segura, diversos fatos que servem como seus fundamentos. (Cuvier [1796], *apud* Rudwick, 1997, p. 21)<sup>5</sup>

No *Discours sur les révolutions de la surface du globe (Discurso sobre as revoluções da superfície do globo)*<sup>6</sup>, seu trabalho mais editado universalmente, Cuvier defende a idéia de que até aquele momento os fósseis haviam sido estudados somente como objetos de curiosidade, e não em relação aos estratos geológicos nos quais eles

---

<sup>5</sup> Fragmento de *Squelette trouve au Paraguay*, 1796.

<sup>6</sup> Este trabalho foi publicado inicialmente sob o título de *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupedes, ou l'on retablit les caracteres de plusieurs especes d'animaux que les revolutions du globe paroissent avoir detruites* (4 vols.), onde o Discurso Preliminar tratou das “revoluções” que o Globo sofreu. Posteriormente este discurso foi publicado separadamente e em 1826 sob o título de *Discours sur les révolutions de la surface du globe*.

eram encontrados e que acima de tudo eles não haviam sido tratados como “documentos históricos” (Cuvier [1812], *apud* Rudwick, 1997, p. 183)<sup>7</sup>. Esta proposta de historicidade de seu programa também aparece em sua afirmação feita na introdução de seu “Discours”:

Como uma nova espécie de antiquário, eu tenho aprendido a decifrar e restaurar estes monumentos, e a reconhecer e reagrupar em sua ordem original, os fragmentos mutilados e dispersos dos quais eles são compostos; para reconstruir os seres antigos aos quais estes fragmentos pertencem; para reproduzi-los em suas proporções e caracteres; e finalmente para compará-los àqueles que vivem hoje sobre a superfície da Terra. Esta é uma arte quase desconhecida; e pressupõe uma ciência dificilmente alcançada até agora, a saber, aquela das leis que governam a coexistência das formas, das diferentes partes dos organismos. (Cuvier [1812], *apud* Rudwick, 1997, p. 183)

Para conseguir desenvolver tal programa, Cuvier necessitou de métodos que o permitissem realizá-lo. De acordo com Gustavo Caponi vislumbrando que “a Anatomia Comparada era um método, o método, para produzir conhecimento fisiológico” (Caponi 2004a, p. 181), e que somente através dela é que se poderia analisar a vida, ou as leis que governam os seres vivos (Guillo, 2003, p. 38), Cuvier passa a buscar estas leis ou princípios, que tornariam possível a viabilização de seu programa. Então, como já havia declarado que a história natural deveria procurar suas leis específicas, partiu à busca de sua formulação. Para tanto, ele partiu, de um princípio conhecido como das “condições de existência” ou das “causas finais”. Ele o expôs, de forma aplicada, em *Le règne animal* (“O reino animal”) da seguinte maneira:

Como nada pode existir sem que reúna as condições que tornam sua existência possível, as diferentes partes de cada ser devem estar coordenadas de maneira a tornar possível o ser total, não somente de forma isolada, mas em relação ao seu entorno. (Cuvier, 1817, p. 5)

Mediante esta compreensão do fenômeno vital, formulou seu primeiro princípio da Anatomia Comparada, o da “Correlação das Par-

---

<sup>7</sup> Trecho traduzido por Rudwick, de *Discours préliminaire*, da obra *Ossements fossiles* de Cuvier, 1812.

tes”, e este, por sua vez, foi propulsor da formulação do segundo princípio, o da “Subordinação dos Caracteres”.

O primeiro princípio, exposto em seu *Leçons de anatomie comparée* (“Lições de Anatomia Comparada”), de 1805, reza que: “todo ser organizado forma um conjunto, um sistema único e fechado, no qual todas as partes se correspondem mutuamente, e convergem à mesma ação definitiva por uma reação recíproca” (Cuvier 1805, p. 97). Este caráter de mutualidade implica que a alteração em uma das partes do organismo, necessariamente implicará na alteração de outras. E isto deverá ocorrer de acordo com o segundo princípio, exposto no “Reino animal”, como se segue:

Há traços de conformação que excluem outros; há os que, ao contrário, se incluem; por isso, quando conhecemos tal traço em um ser, podemos calcular aqueles outros que coexistem com ele, ou aqueles que são incompatíveis. As partes, as propriedades, ou os traços de conformação que possuem um maior número de tais relações de incompatibilidade ou de coexistência com os outros, ou em outros termos, que exercem sobre o conjunto do ser, a influência mais marcante, são aqueles que chamamos caracteres dominadores, aos outros são os caracteres subordinados, ocorrendo em diferentes graus. (Cuvier, 1805, pp. 10-11)

É importante registrar que para Cuvier, tais princípios não implicavam em fonte de argumentação antitransformista, como de fato o próprio Cuvier evitou, ao não utilizá-los nos debates que travou contra aqueles que defendiam o transformismo. Preferiu utilizar como argumentos, por exemplo, a ausência no registro fóssil de formas intermediárias ou mesmo a ausência de modificações em espécimes atuais de animais desenhados ou mumificados pelos antigos egípcios (Caponi, 2004b, p. 247).

Baseando-se nestes princípios e com o enorme incremento que a coleção do Museu de História Natural de Paris, seu local de trabalho, estava recebendo em consequência das conquistas napoleônicas, Cuvier empreendeu uma profusão de estudos. Estando à frente da cadeira de Anatomia Comparada e fazendo forte uso de seus métodos, realizou importantes reconstruções paleontológicas que possibilitaram a identificação de novas espécies fósseis, tais como o megaté-

rio<sup>8</sup>, o paleotério e o anoploterio<sup>9</sup> (animais extintos da Mega-fauna cenozóica), e fez ainda algumas correções, como a do pterodáctilo<sup>10</sup>, a do mosassauro<sup>11</sup> e a da salamandra gigante<sup>12</sup>, animais extintos, que haviam sido identificados e classificados erroneamente por eminentes naturalistas. Somou-se à estes trabalhos a lendária predição no episódio da identificação do fóssil do sarigüê<sup>13</sup> de Montmartre (Bacia Sedimentar, localizada nos arredores de Paris), o qual, à primeira vista, não apresentava os principais caracteres taxonômicos diagnósticos. Porém, mesmo assim, Cuvier baseando-se na aplicação de seus

<sup>8</sup> *Megatherium* sp. (preguiças-gigantes da megafauna do Cenozóico, período geológico atual, iniciado há 65 milhões de anos): identificado em seu trabalho de 1796, *Notice sur le squelette d'une très-grande espèce de quadrupède inconnue jusq'à present, trouvé Paraguay, et déposé au Cabinet d'Histoire Naturelle de Madrid*. Apesar de o fóssil ter sido encontrado na Argentina, continuou a ser denominado como "O animal do Paraguai", demonstrando o quão pouco Cuvier sabia sobre as circunstâncias do achado (Rudwick 1997, p. 27), concentrando-se apenas em sua identificação e classificação.

<sup>9</sup> *Palaeotherium* e *Anaploterium* são gêneros de animais da megafauna cenozóica, sendo o primeiro assemelhado ao tapir sul-americano e o segundo a um cervídeo atual.

<sup>10</sup> Em 1784 Cosimo A. Collini (1727-1806) havia identificado como sendo um réptil marinho. Cuvier em 1801 retificou como sendo um réptil voador, e denominou-o.

<sup>11</sup> Em 1795 este fóssil havia sido trazido de Maastrich na Holanda, região do achado, como despojo de guerra. Barthélemy Faujas de Saint-Fond (1742-1819), titular da cadeira de Geologia do Museu de Paris, identificou-o como um crocodyliano, e Cuvier um ano depois corrigiu seu colega, identificando-o como um réptil marinho, chamando-o de mosassauro (lagarto do rio Mosa, local da descoberta).

<sup>12</sup> Em 1725 Johan J. Scheuchzer (1672-1733), teólogo natural identificou este fóssil como pertencente a um humano que havia presenciado o Dilúvio. Um século mais tarde Cuvier faz a correção, e lhe dá o nome de *Andrias scheuchzeri* em homenagem ao naturalista suíço.

<sup>13</sup> *Mémoire sur le Squelette presque entier d'un petit quadrupede du genre de sarigues, trouve dans le pierre a platre des environs de Paris (Annales du Muséum d'Histoire Naturelle)*. Este fóssil não apresentava os principais caracteres taxonômicos diagnósticos, mas mesmo assim Cuvier predisse se tratar de um marsupial (grupo restrito ao Novo Mundo e Oceania). Quando se retirou parte da matriz lítica envolvente, os referidos caracteres surgiram, confirmando sua predição. (*Etrait dun ouvrage sur les espèces de quadrupèdes*)

métodos e princípios na análise dos dentes daquele fóssil, predisse tratar-se de um marsupial (grupo restrito ao Novo Mundo e Oceania). Quando se retirou parte da matriz lítica que envolvia aquele fóssil, os referidos caracteres vieram à luz, confirmando sua predição.

Estes e outros célebres trabalhos renderam-lhe uma excelente aceitação de seus métodos pela comunidade científica, ou seja, o fator kuhniano de reconhecimento de sua realização, proporcionando fundamentos para sua prática posterior.

Durante o ano de 1800, Cuvier fez um amplo apelo para uma colaboração científica internacional, em seu extrato de um trabalho sobre quadrúpedes fósseis. Apoiado na política de pacificação napoleônica, que começava a ser incrementada, clamou aos naturalistas de todo o mundo pelo envio de material para estudo, comprometendo-se a custeá-los e fornecer os resultados destes estudos. Segundo suas próprias palavras: “Esta troca recíproca de informação é talvez o mais nobre e interessante comércio que o homem pode realizar” (Cuvier [1801], *apud* Rudwick, 1997, p. 57)<sup>14</sup>. Portanto aqui, outro componente kuhniano é percebido no projeto de Cuvier: a formação de uma comunidade científica que faria figurar em seus trabalhos, mesmo que de forma implícita, sua realização dentro do campo científico da Paleontologia (cfr. Kuhn, 2003, p. 37).

No processo de identificação de várias espécies não mais existentes, Cuvier se deparou com o fenômeno natural da extinção. Este “quebra-cabeças”, segundo a estrutura kuhniana, suscitou o questionamento óbvio de qual seria o processo, ou os processos, responsáveis por tal fenômeno. A resolução para tal questão foi obtida invocando-se sua “Teoria das Catástrofes”, ou “Catastrofismo”. Esta teoria pregava que a superfície da Terra havia sido submetida, em determinados locais e épocas, a diversos fenômenos geológicos, principalmente inundações, destruindo várias espécies. Estes eventos, denominados por ele “revoluções” ocorriam subitamente, intercalando-se com períodos de relativa tranqüilidade geológica. As espécies que remanesciam em localidades não atingidas, posteriormente ocupavam os locais submetidos a tais “revoluções”, através do processo de

---

<sup>14</sup> Trecho traduzido por Rudwick, de *Espèces de quadrupèdes* de Cuvier, 1801.

migração. Portanto para ele, o mundo dos seres vivos em um passado remoto, era um mundo de plenitude em espécies e, por ter sido submetido a diversas catástrofes esta situação havia se alterado (Balan, 1979, p. 407). Uma posição que colocava a economia natural em um processo de constante alteração, já que o papel a ser cumprido por cada ser vivo, dentro dela, ao se confirmar as extinções, deveria ser novamente composto devido a ausência de tal componente, o ser extinto.

Com seus estudos sobre os fósseis de Montmartre, na Bacia de Paris, Cuvier constatou que aquela localidade havia sido submetida a diversas “revoluções”, pois havia diferenças de litologia em seus estratos e que várias espécies fósseis, desenterradas destas camadas, encontravam-se extintas. As diferentes composições litológicas dos estratos seriam decorrentes de diferentes “revoluções”, tais como transgressões e regressões marinhas combinadas com inundações fluviais. E o caráter súbito e catastrófico destas se observava na presença de espécies que se extinguíram quando do término de tal evento, o qual estava registrado no estrato. Mas também lhe chamou a atenção, o fato de que determinados grupos fósseis apareciam somente em determinados estratos (Cuvier & Brongniart [1808], *apud* Rudwick, 1997, p. 156)<sup>15</sup>.

Então, iniciou, por volta de 1803, um estudo com a colaboração do mineralogista francês Alexandre Brongniart (1770-1847) que culminou com a formulação do princípio da “Correlação Fossilífera ou Bioestratigráfica”. Este princípio estabelece que determinados estratos podem ser reconhecidos pelo seu conteúdo fossilífero (Cuvier & Brongniart [1808], *apud* Rudwick, 1997, p. 133). Mediante esta premissa poderiam ser estabelecidas correspondências entre estratos distantes e não contínuos, e ainda de litologias diferentes, desde que os fósseis contidos pudessem ser correlacionados. Isto permitiu à Estratigrafia estender seus estudos a enormes áreas, resultando na confecção de mapas estratigráficos de grande abrangência e assim, uma melhor compreensão das formações geológicas do Globo.

Outra consequência deste trabalho foi a percepção de que deter-

---

<sup>15</sup> Trecho traduzido por Rudwick da obra de Georges Cuvier e Alexandre Brongniart, *Geographie minéralogique des environs de Paris*, de 1808.

minados grupos, de acordo com sua distribuição nos estratos, apareciam no registro fóssilífero, permaneciam por um período de tempo e, depois, eram substituídos por outros grupos. Esta constatação do fenômeno, que chamaríamos atualmente de “Sucessão Biótica”, apoiava-se na cronologia que a Estratigrafia já havia determinado para os estratos, desde os trabalhos de Steno. Então, Cuvier pôde estabelecer um ordenamento cronológico da existência destes grupos, permitindo com isso que sua história natural fosse mais bem compreendida. William Coleman afirma que este fator de historicidade foi prontamente incorporado ao estudo dos fósseis, que desta forma passaram a integrar definitivamente um mundo natural, único, em conjunto com os viventes (Coleman, 1964, p. 139).

Desta forma, o projeto de elaborar uma verdadeira história natural, que posicionasse os organismos, atuais e fósseis, em relação à natureza, baseando-se em sua função e história, consolidou-se durante toda a carreira de Cuvier. Os fósseis passaram a ser tratados como “documentos históricos” e desta maneira são compreendidos até os dias de hoje.

Portanto após um período pré-histórico científico, onde os fenômenos naturais (os fósseis) foram explicados e estudados sob diversas abordagens, é possível perceber que se seguiu a emergência do primeiro paradigma, o de Cuvier. Ele formulou um programa e métodos (Guillo, 2003, p. 148) que passaram a figurar em trabalhos de vários cientistas com projeção nesta área de estudos, sendo assim, validados por aquela comunidade que ele se empenhou tanto em fomentar. A promessa de sucesso parece ter se concretizado, pois o paradigma cuvieriano explicava os fenômenos e também inspirava pesquisas posteriores. Então parece ter se instalado o período de ciência normal kuhniano, onde este paradigma foi mais articulado e suas possibilidades mais exploradas. As reconstruções paleontológicas possibilitaram uma maior compreensão dos fósseis e sua posição na natureza, que a partir de então pôde ser compreendida sob um ponto de vista histórico. Sob a égide deste paradigma, enigmas científicos, os quebra-cabeças de Kuhn, foram resolvidos e fatos foram preditos, como se observou, por exemplo, no episódio do marsupial de Montmartre.

Mas como já foi observado, a introdução da historicidade no estudo dos fósseis levou a aceitação do fenômeno da extinção, o qual, não deve ser compatível com a concepção de uma natureza em plena harmonia. Esta, segundo Caponi, seria decorrente do papel de uma economia natural onde cada ser contribui, tem uma função a cumprir e não, trava uma luta ou tem um lugar a conquistar, como é o caso da economia natural darwiniana (Caponi, 2004b, p. 244). Tal incompatibilidade pode ter sido responsável por novos questionamentos que levaram à elaboração do conceito que Darwin fez de economia natural, tão importante para a concepção de sua teoria evolutiva (Darwin, 1859, p. 78). Assim, desta maneira, poderíamos ter, com a constatação da extinção, o surgimento de uma anomalia kuhiana, capaz de divergir da promessa de sucesso induzida pelo próprio paradigma e que regula a ciência normal, pois divergia do conceito de uma natureza em harmonia plena, o qual estaria compondo o paradigma cuvieriano.

Posteriormente, se seguiu na Paleontologia uma transição de paradigma que demandou as transformações realizadas pela revolução darwiniana na história natural, implicando em reflexos no âmbito programático do estudo dos fósseis, mas não no metodológico. A partir daí, redirecionada por um novo programa científico, caberia à paleontologia fornecer elementos para a composição das genealogias e não mais unidades para comporem um panorama pleno para a compreensão das leis da organização (Caponi, 2004b, p. 251). Quanto aos métodos anatômicos comparativos de Cuvier, ainda na atualidade, são utilizados para as reconstruções e correlações estratigráficas (Buffetaut, 2001, p. 93), através das quais o paradigma darwiniano tanto se apóia e paradoxalmente recebe questionamentos.

Assim, é possível constatar que, na Paleontologia, a estrutura da revolução científica, prevista por Kuhn, teve suas peculiaridades. Os estádios pré-paradigmático e de emergência do primeiro paradigma parecem ter seguido o processo previsto, mas na transição para o novo paradigma a estrutura revolucionária prevista por Kuhn ocorreu somente no âmbito conceitual, e de forma relativa, pois segundo William Coleman e Eric Buffetaut seus métodos anatômicos comparativos permanecem sendo usados até nossos dias, assim como os estra-

tigráficos. Ainda assim, no âmbito conceitual, o caráter de historicidade dos fósseis permaneceu, tornando-os, como o próprio *savant* do Museu de História Natural de Paris defendia, verdadeiros “monumentos da história do globo” (Coleman, 1964, pp. 66-7; Buffetaut, 2001, p. 3).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWLER, Peter. *Life's splendid drama*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- BALAN, Bernard, *L'ordre et le temps*. Paris: J. Vrin, 1979.
- BUFFETAUT, Eric. *Cuvier: le découvreur de mondes disparus*. Paris: Pour la Science, 2001. (Collection Les Génies de la Science)
- CAPONI, Gustavo. Georges Cuvier – un nombre olvidado en la historia de la fisiología. *Asclepio Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia* **56** (1): 169-207, 2004 (a).
- . Los objetivos cognitivos de la paleontología cuvieriana. *Principia* **8** (2): 233-258, 2004 (b).
- COLEMAN, William. *Georges Cuvier: zoologist*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1964.
- CUVIER, Georges. *Leçons de anatomie comparée*. Paris: Baudouin. 1805.
- . *Le règne animal*. Paris: Deterville , 1817.
- DARWIN, Charles R. *On the origin of species by means of natural selection*. London: Murray. 1859.
- EDWARDS, William. *The early history of palaeontology*. London: British Museum of Natural History, 1967.
- GUILLO, Dominique. *Les figures de l'organisation*. Paris: Presses Universitaires de France, 2003.
- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz V. Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- MATHER, Kent F. (ed.). *A source book in geology*. New York: McGraw-Hill, 1939.
- RUDWICK, Martin J. *Georges Cuvier, fossil, bones and geological catastrophes*. Chicago: University of Chicago Press, 1997.

## O impacto do darwinismo no trabalho dos naturalistas de campo

Gustavo Caponi\*

Como Jacob von Uexküll alguma vez soube assinalar, “nos seres vivos adultos distinguimos uma dupla conformidade afim: de um lado, cada organismo está construído conforme um fim em si próprio e, de outro lado, o organismo está adaptado conforme o seu entorno” (Uexküll, 1945, p. 175); o que define o adaptacionismo darwiniano, e constitui sua novidade perante a história natural anterior, é a subordinação da primeira à segunda dessas *conformidades afins*: com o darwinismo a adaptação do vivente às exigências do entorno se erige na chave fundamental dos fenômenos biológicos; e a própria integração funcional do organismo acaba sendo considerada mais como a sua consequência do que como o seu pressuposto. O darwinismo, poderíamos dizer, produz uma inversão na hierarquia das noções teleológicas: com ele a adaptação ambiental do vivente se erige no fundamento ou na *razão de ser* dessa teleologia intra-orgânica que estava no centro das preocupações predominantemente fisiológicas da história natural anterior a 1859.

Por isso, e contrariamente ao que hoje nos poderia parecer, o fato é que, em 1858, no limiar da revolução darwiniana, a interpretação *adaptacionista* ou *utilitária* das estruturas biológicas e, sobre tudo, dos mínimos detalhes morfológicos, que ia ser propugnada por Charles R. Darwin e Alfred Russel Wallace, estava longe de ser óbvia e aceita. Assim, não somente a explicação por seleção natural do sur-

---

\* Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário Trindade, Caixa Postal 476, CEP 88010-970, Florianópolis, SC. E-mail: caponi@cfh.ufsc.br

gimento dessas estruturas e detalhes seria questionada: já a mera idéia de que os perfis do vivente fossem realmente úteis também viria a ser amplamente resistida. Por isto, Darwin se viu compelido a defender explicitamente essa perspectiva utilitária ou adaptacionista tanto na última seção do sexto capítulo da primeira edição do *Origin of species* (*Origem das espécies*) (Darwin, 1859), quanto em grande parte do capítulo sobre “Objeções miscelâneas à teoria da seleção natural”, que foi acrescentado em edições posteriores dessa obra (Darwin, [1872]).

Mas esta resistência à interpretação utilitarista das estruturas orgânicas não deve nos espantar: para que as variações e peculiaridades morfológicas dos seres vivos pudessem ser pensadas como *vantagens* ou *desvantagens* num mundo de muitos *inimigos* e alguns poucos *aliados*, era mister que se operasse e aceitasse uma alteração realmente radical no modo de ver a natureza e de considerar o lugar dos diferentes seres vivos dentro dela; e essa alteração tem a ver com a derrocada da idéia clássica de *economia natural* que de um modo ou de outro pautava toda a história natural pré-darwiniana.

É que, se já não é possível pressupor que a natureza esteja sempre em um equilíbrio capaz de garantir a perpetuação de todas as espécies por um jogo de complexas relações de mútua solidariedade, então, a questão de como os diferentes seres vivos se arranjam para sobreviver já não pode ser negligenciada como de fato acontecia na história natural de Lamarck, de Cuvier, de Humboldt e de Étienne e Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Se essa sobrevivência já não é pressuposta de início como garantida, então é necessário discutir como é que ela é conquistada e mantida.

Na perspectiva de Darwin e Wallace, os seres vivos não têm posições e funções previamente determinadas numa *economia natural* estática e estável. Longe disso, esses seres vivos estão condenados a ter que conquistar e defender permanentemente o seu lugar num mundo que pode muito bem seguir sem eles e cujas exigências mudam a cada momento. Viver neste mundo é como participar de uma roleta russa onde se ganha ou se perde conforme um sistema de regras que, igual àquela loteria da Babilônia, imaginada por Borges, se transtorna a cada nova jogada. Por isso, a virtude que, a cada conjun-

tura particular, permite sustentar-se no jogo, já não pode ser considerada como um dado comodamente pressuposto. O que ocorre é justamente o contrário: os recursos que fazem possível que cada ser vivo preserve um lugar dentro dessa ordem, sempre instável, na qual se transformou a natureza, cobram uma importância superlativa e o seu estudo acaba resultando fundamental para a compreensão do ser vivo. De fato, o modo pelo qual os seres vivos respondem ao imperativo de sobreviver num mundo de escassez se erige na chave última dos fenômenos biológicos.

Essa preocupação, entretanto, era totalmente alheia a naturalistas como Lamarck, Cuvier, Humboldt ou Étienne e Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. É que estes, ainda que tenham abandonado o tratamento explícito do tópico linneano relativo a como as diferentes habilidades e particularidades morfológicas dos seres vivos permitiam sua inserção na economia natural, aceitavam ainda essa mesma idéia de *economia* como um pressuposto às vezes implícito mas de fato nunca questionado. O tema da economia natural, poderíamos dizer, já não fazia parte da agenda explícita da história natural desenvolvida na primeira parte do século XIX; mas, ainda assim, o pressuposto desta economia ainda definia e limitava essa mesma agenda tornando desnecessária a pergunta sobre como os diferentes seres vivos conseguiam conservar ou conquistar seu lugar na natureza. Esse lugar se supunha de início garantido, sendo, portanto, algo de esperar o fato de que cada ser vivo estivesse devidamente dotado para ocupá-lo e exercê-lo.

É verdade, claro, que o vivente da história natural pré-darwiniana está sempre assediado pela morte; mas trata-se, por assim dizer, de algum modo, da morte fisiológica. Trata-se da mesma velha morte que assediava ao vivente de Xavier Bichat: a interrupção desse lábil torvelinho que é a vida entendida como resistência à inércia desagregadora das forças físicas; e é o estudo das leis fisiológicas da organização, e não a análise de minúcias morfológicas que possam servir como recursos de sobrevivência, o que permite explicar como é que o vivente resiste a essas forças do *não-vivo* que ameaçam a sua integridade. O vivente darwiniano, no entanto, está sempre assediado por outros viventes que tendem a lhe tirar o seu frágil lugar sob o sol: daí

a suspeita *utilitarista* de que cada um de seus perfis respondia, direta ou indiretamente, ao imperativo de preservar este lugar.

Mas, como era de se esperar, essa mudança no foco de interesse no estudo do ser vivo, teve conseqüências que foram para além do plano conceitual: a alteração no questionário da história natural por ela gerada, propiciou e exigiu também um rearranjo geral no modo de praticar essa disciplina; e isso se faz particularmente notório quando examinamos o impacto que a *revolução darwiniana* teve no modo de entender e exercer a profissão do naturalista. A *inversão darwiniana* da relação existente entre a mútua adequação funcional das estruturas orgânicas e a adequação delas às exigências e oportunidades colocadas pelo ambiente tem o seu correlato imediato na relação existente entre o naturalista de campo e o naturalista de gabinete ou de museu.

Com efeito, a significação crucial que a perspectiva darwiniana outorga às complexas relações que os seres vivos guardam entre si, faz que a observação das duras condições em que estes desenvolvem suas existências concretas passe a ter uma importância antes desconhecida; e isto conduziu, inevitavelmente, a uma alteração substancial do papel a ser jogado por aqueles naturalistas que trabalhavam fora dos limites do museu. Antes de Darwin, os naturalistas de campo, os chamados *naturalistas viajantes*, eram basicamente *coletores* (Kury, 2001, p. 865): o seu trabalho era importante, não em virtude do conhecimento que eles podiam obter com relação ao modo de vida dos diferentes tipos de organismos em suas condições naturais, mas, sim, em virtude de espécimes dissecados, ou como no caso de ossadas fósseis, que eles podiam enviar ao museu para, ali, serem catalogados e analisados como variações dentro dos tipos de organização fisiológica conhecidos (Kury, 2001, p. 864).

Devemos resistir, por isto, à tentação de querer ver nesses naturalistas viajantes ecólogos de campo *avant la lettre*. De fato, muito pouco nos seus trabalhos e informes se aproximava das tarefas que Marston Bates e Peter Grant atribuem a um *naturalista* no sentido moderno da palavra (Bates, 1990, p. 7; Grant, 2000, p. 4); e para entender quão grande é a diferença entre o modo atual e o modo pré-darwiniano do trabalho do naturalista, pode-se recordar aquilo que

Louis Agassiz dizia em abril de 1865 quando, numa conferência a bordo do Colorado, e se referindo às tarefas de pesquisa que a sua expedição teria que empreender nos rios do Brasil, pedia a seus colaboradores uma particular atenção “às relações fundamentais que existem entre os seres” e a “suas relações com o meio ambiente” (Agassiz, [1869], p. 25). Uma atenção que, segundo ele próprio dizia, ia além do que era costumeiro na história natural praticada cinquenta anos antes (Agassiz, [1869], p. 26).

Naquela época, explicava Agassiz a seus ouvintes, “precisar exatamente o local do qual provinha um determinado animal parecia uma coisa absolutamente sem importância para a história científica desse animal. [...] Dizer que um espécime provinha da América do Sul era então considerado suficiente, e especificar se vinha do Brasil ou do Prata, do São Francisco ou do Amazonas, parecia um luxo para o observador”. Assim, e segundo suas próprias palavras, “no museu de Paris [...] muitos exemplares estão marcados como vindos de Nova Iorque ou do Pará; mas tudo o que se pode afirmar é que foram trazidos por um navio que partiu desses portos. Ninguém pode dizer com exatidão onde foram encontrados” (Agassiz, [1869], p. 26). Entretanto, para os objetivos cognitivos da história natural da era pré-darwiniana, esse *descuido* pôde não ter sido algo definitivamente grave. Afinal das contas, esses espécimes só iriam ser examinados enquanto complexos *teoremas* das leis da anatomia comparada; e por isso pouco importava quais eram as circunstâncias e os locais concretos em que eles viviam ou tinham sido capturados, recolhidos ou encontrados.

Neste contexto, os naturalistas viajantes trabalhavam basicamente para o engrandecimento das coleções dos museus (Laissus, 1995, p. 51; Lopes, 1995, p. 721). Por isso, além de certas competências mínimas para a descrição morfológica, para o desenho e para a identificação de espécies ou variedades cuja análise fosse de relevância científica, a excelência básica destes naturalistas consistia em saber preparar e acondicionar os espécimes recolhidos de modo tal que, face às vicissitudes e às demoras da viagem até a metrópole, eles pudessem chegar à mesa do anatomista em condições que permitissem tanto a sua descrição anátomo-funcional, quanto a sua identificação e

classificação (Latour, 1995, pp. 538-539; Drouin, 1997, pp. 486-487). Era aí, depois de tudo, no gabinete do anatomista, onde a verdade mais profunda sobre o vivente teria que se revelar (Drouin, 2001, p. 847); e isto valia para o espécime dissecado, embalsamado ou imerso em álcool e para o fóssil, mas também valia para o animal enjaulado que devia chegar vivo à *ménagerie* ou para a planta que viajava num viveiro portátil rumo a um jardim botânico (Laissus, 1995, pp. 42-43).

Poder-se-ia objetar-me, todavia, que a história natural praticada 50 anos antes da conferência que Agassiz profere em 1865 não é somente a história natural dos grandes naturalistas de gabinete como Cuvier ou Étienne Geoffroy Saint-Hilaire: ela é também a história natural do “Ensaio sobre a geografia das plantas” que Humboldt publicou como parte do décimo quinto volume do *Voyage de Humboldt et Bonpland* em 1805; e os comentários de Agassiz parecem não fazer justiça ao interesse humboldtiano em considerar “os vegetais em função de suas associações locais nos diferentes climas” (Humboldt, 1805, p. 14 e [1845], p. 72). Devemos levar em conta, entretanto, que esse ensaio de Humboldt que acabo de citar não é mais do que o programa de uma disciplina da qual, naquele momento, e como o próprio Humboldt apontava, só existia o nome (Humboldt, 1805, p. 13); e nesse reconhecimento de Humboldt há implícito um diagnóstico sobre a situação da história natural de sua época que não parece desmentir o dito por Agassiz. É inegável, de todo modo, que as propostas e as contribuições do próprio Humboldt propiciaram a reversão dessa situação e contribuíram para levar a história natural até a posição em que Agassiz podia pronunciar o discurso aqui citado (Bowler, 1998, p. 150).

O espírito das recomendações que Agassiz fazia a seus alunos e colaboradores era, por assim dizer, e até certo ponto, *humboldtiano*. Mas digo até certo ponto porque, como todos sabemos, Humboldt centrava de fato suas preocupações sobre o entorno físico e não sobre o entorno biológico do organismo. Por outro lado, além das correlações que a geografia humboldtiana das plantas tentava estabelecer entre tipos de vegetação e isothermas, a vindicação que o próprio Humboldt fez do trabalho do naturalista de campo tinha algo a ver

com certa valorização da possível captação estética que este naturalista podia ter e transmitir da paisagem natural como um todo (Radl, 1931, p. 260; Drouin, 1993, p. 70). Captação esta que era negada ao historiador natural de gabinete.

Este elemento estético da proposta de Humboldt não deve ser menosprezado. Ele está por trás de uma mudança no estilo de exposição do naturalista viajante (Kury, 2001, p. 870). Uma mudança de estilo que libera esse naturalista do mero relatório descritivo que era quase obrigatório na *ordem cuvieriana*; e até, talvez, caiba pensar que o *Diário do Beagle* escrito por Darwin seja resultado do exercício dessa liberdade. Uma liberdade que Darwin podia, sem dúvida, permitir-se porque não tinha compromisso formal algum com qualquer historiador natural da metrópole.

Entretanto, ainda quando em Humboldt encontremos já uma preocupação pela relação que os organismos guardam com o ambiente, que está ausente na história natural da sua época (Kury, 2001, p. 865), e que, neste caso, sim, já antecipa em algo uma perspectiva ecológica moderna (Limoges, 1976, p. 58; Drouin, 1993, p. 73; Kury, 2001, p. 868), é mister também reconhecer que ainda estamos longe das pormenorizadas análises darwinianas relativas às complexas relações que as diferentes espécies biológicas guardam entre elas; e estamos sobre tudo muito longe das análises darwinianas relativas a como os diferentes perfis morfológicos e etológicos dos organismos estão *marcados* por essas relações. Comparando o *Essai sur l'histoire naturelle du condor* (*Ensaio sobre a história natural do condor*) de Humboldt (1811) com as cartas que Darwin e Fritz Müller trocavam sobre os mais ínfimos detalhes morfológicos das plantas trepadeiras, pode-se ter uma idéia cabal dessa distância (Zillig, 1997).

Mas, claro, Darwin está se correspondendo com quem ele próprio considera como “o príncipe dos observadores” (West, 2003, p. 1): possivelmente o primeiro naturalista no sentido moderno da palavra; e é significativo que essa correspondência tenha começado a circular entre Down e Desterro no mesmo ano em que Agassiz começava sua viagem pelo Brasil. Algo tinha mudado na história natural e no ofício do naturalista desde a não tão remota época de ouro do Museu Na-

cional de História Natural de Paris; e acredito que Fritz Müller sabia qual era a razão dessa mudança. Assim, respondendo a uma pergunta que Darwin (1865, *apud* Zillig, 1997, p. 122) lhe formulara numa carta de 20 de setembro de 1865, Müller escreveria o seguinte:

Você perguntou se a história natural não se tornou extraordinariamente atrativa através das opiniões que ambos sustentamos. Com toda segurança! Desde que li o seu livro sobre a origem das espécies, e desde que me converti a sua opinião, muitos dos fatos que antes via com indiferença tornaram-se excepcionalmente notáveis. Outros, que antes pareciam insignificantes, apenas pura curiosidade, adquiriram um elevado significado e, assim, toda a face da natureza foi alterada. (Müller, 1865, *apud* Zillig, 1997, p. 125)

Esses fatos são detalhes nos perfis do vivente que têm que ver com dois assuntos ausentes na história natural anterior. Um deles é, claro, a própria evolução: os seres vivos atuais são um documento de sua história evolutiva; e esta fica em evidência não só na *unidade de tipo* mas também numa plethora de *signos insensatos*, a expressão é de Stephen Jay Gould (1983, p. 29), como o são as estruturas vestigiais que aparecem, seja no organismo adulto, seja em alguma fase de seu desenvolvimento embrionário. Mas o outro dos assuntos antes ausente e que agora cobrava uma importância central é a *luta pela existência*: os perfis dos viventes mostram também as vicissitudes passadas e presente das cruéis contingências dessa luta; e para compreender as marcas que ela deixa já não basta examinar a própria estrutura orgânica ou comportamental, comparando-a com as de outras espécies.

Para ler esses signos é necessário observar os seres vivos em toda a variedade de condições ambientais em que desenvolvem suas existências concretas, prestando atenção à variada gama de problemas que devem resolver para poder sobreviver; e isso é algo que se perde ou se apaga quando o vivente é arrancado do seu lugar na natureza e integrado na coleção do museu. Na nova ordem da história natural, a chave últimas da vida já não se mostram na mesa do anatomista; é necessário buscar estas chaves na natureza. Surgia assim o *métier* do naturalista moderno. Fritz Müller tinha boas razões para ficar em Santa Catarina. As honras podiam estar nos museus e universidades

da Europa, mas a verdade estava mais ao alcance, era mais visível, nas selvas do vale do Itajaí.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGASSIZ, Louis. 3ª palestra: O que a expedição deve fazer no Brasil. Pp. 24-31, in: AGASSIZ, Louis & AGASSIZ, Elizabeth. *Viaagem ao Brasil (1865-1866)*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1938 [1869].
- BATES, Marston. *The nature of natural history*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- BOWLER, Peter. *Historia Fontana de las ciencias ambientales*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998.
- DARWIN, Charles Robert. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life*. London: Murray, 1859.
- . *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life*. [1872]. 6. ed. New York: The Modern Library, 1998.
- . Carta a F. Müller de 20/9/1865. P. 122, in: ZILLIG, Cezar. *Dear Mr. Darwin: a intimidade da correspondência entre Fritz Müller e Charles Darwin*. São Paulo: Sky / Anima Comunicação e Design, 1997.
- DROUIN, Jean. *L'écologie et son histoire*. Paris: Flammarion, 1993.
- . De Linné à Darwin: les voyageurs naturalistes. Pp. 479-501, in: SERRES, Michel (ed.). *Éléments d'histoire des sciences*. Paris: Larousse, 1997.
- . Analogies et contrastes entre l'expédition d'Égypte et le voyage d'Humboldt et Bompland. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 8 (suplemento): 839-62, 2001.
- GOULD, Stephen. Los signos insensatos de la historia. Pp. 27-34, in: GOULD, Stephen. *El pulgar del panda*. Madrid: Blume, 1983.
- GRANT, Peter. What does it mean to be a naturalist at the end of the twentieth century? *The American Naturalist* 155 (1): 1-12, 2000.
- HUMBOLDT, Alexander. Introducción a *Cosmos*. *Ensayo de una descripción física del mundo*. [1845]. Pp. 39-84, in: FIGUEIRA, Ricardo (comp.). *Geografía, ciencia humana*. Buenos Aires:

- C.E.A.L, 1977.
- . Essai sur l'histoire naturelle du condor. Pp. 26-45, in: HUMBOLDT, Alexander & BOMPLAND, Aimé. *Voyage de Humboldt et Bompland, deuxième partie, observations de zoologie et d'anatomie comparée*. Paris: Schoell & Dufour, 1811.
- . Essai sur le géographie des plantes. Pp. 13-35, in: HUMBOLDT, Alexander; BOMPLAND, Aimé. *Voyage de Humboldt et Bompland XV*. Paris: Lebrault & Schoell, 1805.
- KURY, Lorelai. Viajantes-naturalistas no Brasil oitocentista: experiência, relato e imagem. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 8 (suplemento): 863-80, 2001.
- LAISSUS, Yves. *Le Muséum National d'Histoire Naturelle*. Paris: Gallimard, 1995.
- LATOUR, Bruno. *La science en action*. Paris: Gallimard, 1995.
- LIMOGES, Camile. *La selección natural*. México: Siglo XXI, 1976.
- LOPES, Margaret. As ciências dos museus: a história natural, os viajantes europeus e as diferentes concepções de museus no Brasil do século XIX. Pp. 721-32, in: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; MAIA, Carlos (eds.). *História da ciência: o mapa do conhecimento*. São Paulo: EDUSP, 1995.
- MÜLLER, Fritz. Carta a Darwin de 5/11/1865. Pp. 125-26, in: ZILLIG, Cezar. *Dear Mr. Darwin: a intimidade da correspondência entre Fritz Müller e Charles Darwin*. São Paulo: Sky / Anima Comunicação e Design, 1997.
- RADL, Enmanuel. *Historia de las teorías biológicas II*. Madrid: Biblioteca de la Revista de Occidente, 1931.
- VON UEXKÜLL, Jacob. *Ideas para una concepción biológica del mundo*. Buenos Aires: Espasa Calpe, 1945 [1922].
- WEST, David. *Fritz Müller, a naturalist in Brazil*. Blackburns: Pochontas Press, 2003.
- ZILLIG, Cezar. *Dear Mr. Darwin: a intimidade da correspondência entre Fritz Müller e Charles Darwin*. São Paulo: Sky / Anima Comunicação e Design, 1997.

# **O neodarwinismo frente às teses da auto-organização e das contingências**

**Jerzy André Brzozowski\***

## **1 INTRODUÇÃO**

No fim do século XX, eclodiram dois importantes debates que questionam a adequação do arcabouço explicativo neodarwiniano diante da história da vida na Terra. O primeiro deles tem início no que se poderia chamar a “tese da contingência” de Stephen Jay Gould, que consiste na ênfase ao caráter instável e aberto a contingências apresentado pelo processo evolutivo (Gould, 1990). O segundo debate está centrado na “tese da auto-organização” que, conforme defendida por Stuart Kauffman, se traduz nas restrições que a propriedade de auto-organização, supostamente inerente à vida, exerce sobre a seleção natural (Kauffman, 1991; 1993; 1995; 1997).

Essas duas teses, no entanto, pretendem fazer frente a dois princípios diferentes atribuídos ao neodarwinismo. Para Gould, a lógica interna do processo evolutivo, tal como entendida pelos neodarwinistas, é por si só insuficiente para explicar a história da vida. Kauffman, por sua vez, diria que o fenômeno adaptativo é resultante não apenas da seleção natural, mas da interação desta com a capacidade biológica de auto-organização.

Embora tanto Kauffman quanto Gould sejam freqüentemente lidos como proponentes de alternativas ao darwinismo, queremos sugerir, pelo menos com base nos assuntos sobre os quais trataremos aqui,

---

\* Universidade Federal de Santa Catarina; Estudante de Mestrado no Curso de Pós-Graduação em Filosofia; Bolsista CAPES. Rua Lauro Linhares, 657 apto. 401B. Trindade, 88036-001 Florianópolis, SC. E-mail: jerzyab@yahoo.com

que estes pesquisadores seriam mais bem caracterizados como reformadores do neodarwinismo.

Alternativamente, poderíamos apresentar a problemática com base no esquema proposto por Gould em *The structure of evolutionary theory*. Segundo Gould, há três tipos de fatores que influenciam na determinação da morfologia dos organismos: funcionais, históricos e formais (ou estruturais) (Gould, 2002, p. 259).

Assim, qualquer característica fenotípica que esteja “funcionando bem” para um organismo pode ter sido: (1) construída por um processo que diretamente a lapidou para sua função atual; (2) herdada de uma forma ancestral; ou (3) construída por um mecanismo ou processo estrutural não diretamente relacionado às, ou engendrado pelas, necessidades funcionais do organismo (Gould, 2002, p. 1052). Cada um dos vértices assim desenhados pode também servir de referencial diante do qual podemos posicionar diferentes teorias evolutivas. Um neodarwinista ortodoxo poderia considerar o vértice funcional (1) mais importante na determinação do fenótipo, e tomar os outros dois vértices como fontes de restrições à ação da seleção natural. Um estruturalista como D’Arcy Thompson privilegiaria o vértice (3), enquanto um cladista centraria sua atenção nos aspectos históricos da determinação da forma (2) (Gould, 2002, p. 1059).

A própria tese da contingência é um exemplo de como as formas orgânicas podem ser historicamente determinadas; e, embora Gould apresente Kauffman como um “estruturalista thompsoniano” (Gould, 2002, p. 1208; cf. Thompson, 1942), pode-se argumentar que a tese da auto-organização se situe, conforme veremos adiante, a meio-caminho entre o funcionalismo e o estruturalismo.

## 2 A “VISÃO ACEITA”

Inicialmente, é necessário clarificarmos qual conjunto de princípios entendemos por “neodarwinismo”. Segundo Kim Sterelny e Paul Griffiths, Darwin e os biólogos evolutivos que o sucederam teriam construído uma *visão aceita* sobre como o processo evolutivo funciona. Os princípios da visão aceita, tomados de Mayr (1998) e enunciados por Sterelny e Griffiths, são:

1. O mundo vivo em geral não é constante; mudanças evolutivas o-

correram.

2. As mudanças evolutivas têm um padrão arborescente. As espécies hoje vivas são descendentes de um (ou poucos) ancestral(is) remoto(s).

3. Novas espécies se formam quando uma população se divide e os fragmentos divergem. 4. Mais especificamente, a maioria das novas espécies é formada pelo isolamento de subpopulações na periferia do domínio da espécie ancestral.

5. As mudanças evolutivas são graduais. Poucos organismos que diferem dramaticamente de seus pais sobrevivem para fundar populações.

6. O mecanismo para as mudanças adaptativas é a seleção natural. (Sterelny & Griffiths, 1999, p. 31)

A síntese neodarwiniana da década de 1930, que compatibilizou a genética mendeliana com a tradição de pesquisa darwiniana, acrescentou alguns refinamentos ao mecanismo evolutivo. Uma versão da visão aceita, incorporando alguns detalhes da síntese, poderia ser a seguinte:

Os princípios fundamentais da síntese evolutiva eram que as populações contêm variação genética que surge através de mutação ao acaso (isto é, não dirigida adaptativamente) e recombinação; que as populações evoluem por mudanças nas frequências gênicas trazidas pela deriva genética aleatória, fluxo gênico e, especialmente, pela seleção natural; que a maior parte das variantes genéticas adaptativas apresentam pequenos efeitos fenotípicos individuais, de tal modo que as mudanças fenotípicas são graduais [...]; que a diversificação vem através da especiação, a qual ordinariamente acarreta a evolução gradual do isolamento reprodutivo entre populações; que esses processos, se continuados por tempo suficientemente longo, dão origem a mudanças de tal magnitude que facultam a designação de níveis taxonômicos superiores (gêneros, famílias, e assim por diante). (Futuyma, 2003, p.13)

Neodarwinismo, para os efeitos deste artigo, corresponde ao que Gould chamou de “endurecimento” da síntese (Gould, 1982, p. 382; 2002, p. 518-543): a visão de que a seleção natural é o mecanismo para as mudanças adaptativas, e, portanto, de que o Princípio de Seleção Natural é o princípio explicativo para a história evolutiva.

### 3 A TESE DA CONTINGÊNCIA

Se os elementos da visão aceita forem entendidos como uma espécie de *lógica interna* do processo evolutivo, Gould diria que são insuficientes para explicar como efetivamente aconteceu a história da vida na Terra. Para Gould, evidências paleobiológicas mostram que a filogenia é um processo aberto a *contingências*: eventos externos à lógica interna do processo evolutivo, que podem promover grandes reviravoltas no predomínio de determinados grupos taxonômicos. Uma explicação da história da vida, para ser adequada, teria então que reconhecer a contingência do processo evolutivo (Gould, 1990; 2001).

Um exemplo de fenômeno contingente é a extinção dos dinossauros, provavelmente causada pelo impacto de um asteróide há aproximadamente 65 milhões de anos. O evento permitiu a proliferação e ocupação de diversos nichos por parte dos mamíferos, um *taxon* até então minoritário e pouco promissor. Uma conjectura para esse cenário, a partir da tese da contingência, soaria mais ou menos como se segue: se os dinossauros não tivessem sido extintos, os mamíferos não teriam ocupado tantos nichos quanto ocuparam, e conseqüentemente, teriam se diversificado de forma insuficiente, de modo que provavelmente os humanos jamais teriam surgido.

Como se pode perceber, o argumento das contingências é um argumento que leva em consideração uma história contrafactual, isto é, uma história que não aquela que aconteceu. Não tentaremos aqui livrar tal abordagem dos problemas filosóficos que ela gera, uma vez que importantes esclarecimentos podem ser feitos a partir dela. Sterelny & Griffiths (1999, p. 297) lêem que um processo aberto a contingências, para Gould, não apresentaria *resiliência contrafactual*, ou seja, capacidade de “regeneração” frente a histórias contrafatuais. Suponhamos, contrariamente a essa leitura e a título de esclarecimento, que a história da vida na Terra apresente resiliência contrafactual. Poderíamos então especular que, se os dinossauros não tivessem sido extintos, os mamíferos *mesmo assim* teriam prosperado e, em última instância, *mesmo assim* um grupo de primatas teria desenvolvido bipedismo, volume cerebral maior, etc. É óbvio que Gould discordaria dessa especulação, então podemos dizer que a descrição de con-

tingências em função da resiliência contrafactual, feita por Sterelny e Griffiths, é adequada.

### 3.1 Extrapolacionismo

Se a um biólogo fosse questionado quais seriam o *taxa* predominante daqui a alguns milhões de anos, ele não poderia responder esta pergunta com base em uma extrapolação da situação atual utilizando como regras somente a lógica interna do processo evolutivo. Gould escreve:

A história dos seres vivos não é necessariamente progressiva; com certeza, não é previsível. As criaturas na Terra evoluíram por uma série de eventos fortuitos e contingentes. (Gould, 1994, p. 63)

É importante esclarecer que a tese da contingência busca fazer frente a uma modalidade bem específica de neodarwinismo que Gould chama de *extrapolacionismo*, quer dizer, “a visão de que a seleção natural dentro de populações locais é a fonte de toda mudança evolutiva importante” (Gould, 1982, p. 381). No entanto, o fato é que, se tentarmos predizer mudanças evolutivas com base na seleção natural local, quanto mais longe no futuro de uma população olharmos, mais nebulosas se tornam as nossas previsões; até o ponto de não sabermos se a população em questão ainda existirá. Podemos dizer que o tema central do livro *Vida maravilhosa* de Gould (1990) é a crítica à cegueira do extrapolacionismo com base no argumento da contingência.

É inútil tentarmos predizer, diria Gould, qual será o panorama biológico do mundo daqui a alguns milhares ou milhões de anos. A razão, aparentemente trivial, é que existem inúmeros fatores externos à lógica da vida, mas que ainda assim são capazes de nela interferir drasticamente. Faz-se necessário acrescentar, então, um item 6 à visão aceita, explicitando que o processo evolutivo é aberto a contingências. Com isso, escreve Gould, além de eliminarmos tentativas fúteis de *predição*, refinamos a capacidade de “*pós-dição*”, isto é, de explicação idiográfica (histórica) do modelo neodarwiniano (Gould, 2001, p.196).

### 3.2 A natureza algorítmica do processo evolutivo

O filósofo Daniel Dennett, em seu *A perigosa idéia de Darwin* (1998), escreve que a tese da contingência de Gould é uma tentativa de mostrar que o processo evolutivo não é algorítmico. Um algoritmo, segundo Dennett, é uma receita infalível para produzir um determinado resultado, mas sua infalibilidade não decorre de uma “racionalidade” subjacente. Pelo contrário: todo algoritmo é intrinsecamente irracional, podendo ser decomposto em etapas tão simples que podem ser levadas a cabo mecanicamente (Dennett, 1998, p. 53). Programas de computador são exemplos clássicos de algoritmos, assim como procedimentos realizados manualmente, como a operação aritmética de divisão; mas Dennett chama a atenção para alguns processos que não chamaríamos intuitivamente de algoritmos: os torneios eliminatórios.

Um campeonato como a Copa do Mundo, por exemplo, é um algoritmo no sentido de que sua finalidade é fazer com que uma das equipes envolvidas seja declarada campeã, realizando para tanto uma série de processos repetitivos (jogos entre as equipes). Note-se que não é um algoritmo destinado a declarar como campeã uma determinada equipe *em específico*, como a Itália ou o Brasil. É um processo irracional, porque os processos de competição e seleção envolvem critérios objetivos, de modo que os resultados podem ser processados por um computador (Dennett, 1998, p. 55).

Se pensarmos o processo evolutivo como um algoritmo nesse sentido, tendo a seleção natural como *modus operandi*, a irracionalidade subjacente se torna evidente. E assim como a Copa do Mundo não é um algoritmo destinado a declarar campeã um determinado time em específico, a evolução não seria um algoritmo destinado a “produzir” a espécie *Homo sapiens*. Aliás, em nenhum sentido se poderia falar que a nossa espécie seja a “campeã” (Gould, 1994).

Dennett escreve então: “A evolução não é um processo planejado para nos produzir, mas não se conclui daí que a evolução não seja um processo algorítmico que tenha de fato nos produzido” (Dennett, 1998, p. 59). Cremos que Dennett tenha feito uma caracterização errônea da tese da contingência. Certamente, Gould não está argumentando que o processo evolutivo não é algorítmico, mas sim que é

um algoritmo aberto a contingências:

Darwin [...] conseguiu apresentar [*render*] toda a história da vida como uma conseqüência extrapolada [...] de circunstâncias idiográficas – o princípio de seleção natural, trabalhando apenas (e incessantemente) ao nível de adaptações locais a ambientes imediatos. (Gould, 2001, p. 197)

### 3.3 Três tipos de contingência

Sterelny e Griffiths mostram ainda como a tese da contingência se desdobra em outras três: contingência de *taxa* específicos, contingência de complexos adaptativos, e explorações contingentes do morfoespaço (Sterelny & Griffiths, 1999, p. 298-302). Contingência de *taxa* específicos equivale a dizer, por exemplo, que a espécie *Homo sapiens* é o fruto fortuito de uma inusitada cadeia de eventos contingentes. Dizer, por outro lado, que o morfoespaço é explorado de forma contingente é dizer que o volume do morfoespaço a jamais ser ocupado já foi determinado por, digamos, as explorações iniciais durante o Cambriano.

Mais interessante aqui é a idéia de contingência de complexos adaptativos. Os morcegos, por exemplo, têm um complexo adaptativo bastante singular: a ecolocação aliada ao vôo baseado em uma distinta estrutura de asa. Suponhamos que os morcegos jamais tivessem evoluído. No entanto, nada impediria que um outro grupo de mamíferos, como os roedores, desenvolvesse o mesmo complexo adaptativo que os morcegos. Portanto, a contingência de *taxa* não implica a contingência de complexos adaptativos. Esta é a base da resposta de Conway Morris a *Vida maravilhosa*: a convergência seria um fenômeno que conferiria certa resiliência contrafactual, e, portanto, previsibilidade, à história da vida (Conway Morris, 1998).

## 4 A TESE DA AUTO-ORGANIZAÇÃO

Kauffman, por sua vez, pretende mostrar, através da tese da auto-organização, que a seleção natural não é a única fonte de ordem no mundo biológico. A abertura de um artigo de Kauffman resume com precisão sua tese:

A evolução biológica pode ter sido moldada por mais do que apenas a seleção natural. Modelos de computador sugerem que alguns sistemas complexos tendem à auto-organização (Kauffman, 1991, p. 64).

Kauffman argumenta que grande parte das confusões da biologia moderna decorrem do pensar que a seleção natural é fonte de toda ordem observável no mundo biológico. Segundo ele, dois dos responsáveis por essa concepção seriam François Jacob e Jacques Monod (Kauffman, 1995, pp. 97-98).

Monod escreve que a seleção natural é um jogo entre acaso e necessidade. O primeiro é fonte de “invenções” cegas que, caso satisfaçam a necessidade, passam a figurar definitivamente na “certeza”, isto é, na “ordem” biológica (Monod, 1970). De maneira semelhante, François Jacob compara a seleção natural à bricolagem. Jacob chama atenção para as diferenças entre o remendão [*tinkerer, bricoleur*] e o engenheiro, mostrando como a seleção natural se aproxima daquele e não deste:

Semelhantemente [ao remendão], a evolução faz uma asa a partir de uma perna ou uma parte da orelha a partir de um pedaço de mandíbula. [...] A evolução se comporta como um remendão que, por eras e eras, vai modificando sua obra, incessantemente retocando, cortando aqui, emendando ali, aproveitando as oportunidades para adaptá-la progressivamente para seu novo uso. (Jacob, 1977, p. 1164)

Contra essas idéias de Jacob e Monod, Kauffman então escreve:

Desde Darwin, passamos a acreditar que a seleção é a única fonte de ordem na biologia. Os organismos, passamos a acreditar, são “engenhocas”, casamentos *ad hoc* de princípios do projeto, acaso e necessidade. Considero esta visão inadequada. [...] [A] auto-organização, desde a origem da vida até sua atual dinâmica, deve ter um papel essencial na história da vida e, na verdade, eu argumentaria, em qualquer história de vida. Mas Darwin também estava certo. A seleção natural encontra-se sempre em ação. Portanto, precisamos repensar a teoria evolutiva. A história natural da vida é algum tipo de casamento entre auto-organização e seleção. (Kauffman, 1997, pp. 132-133)

Podemos perceber aqui como Kauffman confere certa importância à seleção natural, o que por si só impede que ele seja considerado um

estruturalista radical como Brian Goodwin<sup>1</sup>. A relação entre auto-organização e seleção natural se tornará mais clara na medida em que veremos como o conceito de auto-organização em Kauffman se desdobra em pelo menos dois significados distintos: “ordem gratuita” e “adaptabilidade”.

#### 4.1 Auto-organização como ordem gratuita

Um primeiro conceito é o de auto-organização como *ordem gratuita*, quer dizer, o modo pelo qual as próprias leis físico-químicas se encarregam de grande parte da ordem vislumbrada no mundo biológico. Esse tema está vinculado, conforme salientam vários autores (Maynard Smith, 1998; Camazine *et al.*, 2003), às fontes de informação para que se tenha organização: se a ordem depende de informação contida em moldes ou instruções, não pode ser chamada de *auto-organização*. Para ser dita auto-organização, a ordem deve resultar de interações entre os componentes do sistema, reguladas física ou biologicamente. Para citar um exemplo risível, uma semente não precisa de um gene ou qualquer outra fonte de informação que a diga para cair ao chão; a gravidade é suficiente.

Mas Kauffman, ao contrário de outros autores preocupados com a propriedade de auto-organização, não pretende mostrar como as formas biológicas são em grande medida reguladas por coerções<sup>2</sup> físicas. Kauffman reconhece que a auto-organização não é capaz de gerar, por si só, as formas orgânicas (Lewin, 1994, p. 58-59). Aspectos sobre a determinação física de particularidades morfológicas ocupam o último sexto do *Origins of order* (1993), e ainda assim poderíamos nos questionar em que sentido essa determinação é puramente física. Kauffman, no restante do livro, está mais preocupado em estudar padrões gerais de organização de estruturas complexas, e talvez esteja assim se referindo a um tipo diferente de coerções: as *organiza-*

<sup>1</sup> Tanto Kauffman quanto Goodwin foram entrevistados por Roger Lewin a esse respeito. Quanto requisitados a dar uma nota de um a dez para a importância da seleção natural na evolução, Kauffman disse “cinco” e Goodwin “um” (Lewin, 1994, pp. 57 e 59). Goodwin é um candidato melhor que Kauffman ao título de estruturalista thompsoniano (cf. Goodwin, 1994; Thompson, 1942).

<sup>2</sup> Utilizamos a palavra “coerção” como uma tradução do substantivo inglês *constraint*.

## 4.2 Auto-organização como adaptabilidade

A ferramenta usada por Kauffman para estudar esses padrões ou esquemas de organização são as chamadas “redes booleanas aleatórias”, simulações em computador de um certo número de elementos em interação sincrônica. Uma rede booleana é descrita por duas variáveis:  $N$  (número de elementos) e  $K$  (número de conexões de cada elemento). Cada elemento assume, a cada intervalo discreto de tempo, um valor – 0 ou 1<sup>3</sup> – computado de acordo com alguma regra booleana em função dos outros elementos aos quais estiver conectado. As regras booleanas e as conexões entre os elementos são escolhidas aleatoriamente (Kauffman, 1991; 1993; 1995).

Definiremos *padrão organizacional* em relação à variável  $K$ . Se cada elemento estiver recebendo a influência de outros dois elementos, o padrão organizacional é “ $K = 2$ ”. Analogamente ao conceito de morfoespaço, Kauffman vislumbra um espaço de padrões organizacionais possíveis. Através de simulações computacionais com RBAs, Kauffman pretende determinar qual o padrão organizacional ideal para a ação da seleção natural. De forma simplificada, podemos dizer que o espaço organizacional de Kauffman tem apenas três tipos diferentes de padrões.

Redes com padrão organizacional  $K < 2$  são “sólidas”, pouco responsivas a perturbações externas. Um outro padrão organizacional vai de  $K > 2$  até o limite  $K = N$ , no qual as redes são “gasosas”, caóticas, quer dizer, excessivamente sensíveis a perturbações. O terceiro padrão organizacional é  $K = 2$ , no qual a rede é “líquida” e se situa no que Kauffman chama de *limiar do caos*. No limiar do caos, as redes booleanas apresentam capacidade ótima de responder a perturbações: ou se regeneram, ou mudam radicalmente o padrão de valores assumidos pelos elementos (Kauffman, 1991).

Segundo o que apresentamos até agora, a auto-organização parece ser responsável por uma espécie de *ordem primária* dos organismos, sob a qual a seleção natural atua, gerando uma *ordem secundária*,

---

<sup>3</sup> A analogia clássica para esse tipo de variável é imaginar uma lâmpada que, quando assume o valor 1, está ligada; e quando é igual a 0, desligada.

efetivamente observada. Enquanto essa afirmativa não deixa de ser válida, Kauffman vai mais longe: afirma que a auto-organização é a condição de possibilidade da seleção natural. Eis o segundo sentido de auto-organização: *adaptabilidade*. Redes no limiar do caos são mais responsivas à seleção natural e, ao mesmo tempo, outros experimentos realizados por Kauffman parecem indicar que a seleção natural alcança estruturas que estejam no limiar do caos (Kauffman, 1997).

Por essa razão, Dennett chamou Kauffman de “meta-engenheiro”. Meta-engenharia é, segundo Dennett, “a investigação das restrições mais gerais aos processos que podem levar à criação e à reprodução de coisas projetadas” (Dennett, 1998, p.236). Para colocar as conclusões de Kauffman nas palavras de Dennett, então, sistemas nos estados sólido ou gasoso estão fora das possibilidades de se tornarem coisas projetadas, estão fora do “espaço de projeto”.

Levando em consideração esses dois aspectos da auto-organização, Sterelny e Griffiths (1999, p. 372-373) afirmam que a auto-organização, é, ao mesmo tempo, uma coerção e um impulso sobre a seleção. Impulso pois, enquanto ordem gratuita, a auto-organização fornece à seleção natural um *input* mais “rico” do que aquele classicamente esperado. Coerção porque, entendida como adaptabilidade, a auto-organização disponibiliza um número relativamente limitado de sistemas sobre os quais a seleção natural pode atuar.

## 5 DISCUSSÃO

Podemos agora resumir as posições de Gould e Kauffman em relação à visão aceita da seguinte maneira: (1) Gould a entende como insuficiente para explicar na totalidade a história da vida na Terra; um dos elementos que poderiam complementá-la seria a tese da contingência, que é perfeitamente compatível com a seleção natural; (2) Kauffman questiona o item 5, “o mecanismo para as mudanças adaptativas é a seleção natural”, sugerindo que a auto-organização é, ao mesmo tempo, um pré-requisito e um *input* de ordem para que haja seleção natural.

Resta comentarmos como as duas teses se relacionam entre si. Pa-

ra tanto, examinemos como Gould descreve uma explicação histórica:

As explicações históricas assumem a forma de uma narrativa: E, o fenômeno a ser explicado, manifestou-se porque D ocorreu antes, precedido por C, B e A. Se qualquer dessas etapas iniciais não tivesse acontecido, ou tivesse decorrido de uma outra maneira, então E não teria existido (ou teria se apresentado de uma forma substancialmente modificada, E', exigindo uma explicação diferente). (Gould, 1990, p. 328)

Diante do que dissemos anteriormente a respeito da tese da contingência e a resiliência contrafactual, podemos elaborar duas visões alternativas a esta “contingentista” de Gould. A primeira delas seria uma “regeneracionista forte”, seria a crença de que, se A, B ou C não tivessem acontecido, *mesmo assim E* teria acontecido. Essa posição não é facilmente sustentável em termos evolutivos, porque implicaria uma identidade entre contingência de *taxa* e contingência de complexos adaptativos.

“Regeneracionista fraca” ou “convergentista” seria a visão de que E' é, em algum sentido, muito próximo de E. Em termos evolutivos, poderia significar que E' apresenta o mesmo complexo adaptativo que E, mas não é o mesmo *taxon*. A convergência, segundo essa visão, é um fenômeno evolutivo que confere certa resiliência contrafactual à história da vida. Podemos imaginar ainda dois subtipos de convergentismo: externalista e internalista<sup>4</sup>.

Um convergentismo externalista, do qual o já citado Conway Morris seria um adepto, se configuraria na medida em que o teórico reconheça fatores externos, como a semelhança de nichos, como a principal causa da convergência. Alternativamente, fatores internos como a auto-organização<sup>5</sup> poderiam ser a causa da convergência: esta seria a variante internalista. Kauffman se oporia a Gould, então, por defender uma espécie de convergentismo internalista bastante geral, ou seja, não defenderia a semelhança de complexos adaptativos entre

<sup>4</sup> As conotações dos termos *externalismo* e *internalismo* usadas aqui não dizem respeito às abordagens em História da Ciência.

<sup>5</sup> Coerções desenvolvimentais seriam outro exemplo, mas esse tema *não* é abordado explicitamente por Kauffman.

*E* e *E'*, mas sim a semelhança de padrões organizacionais, como evidência de que a história da vida é resiliente.

Por fim, gostaríamos de citar Depew e Weber: “se o darwinismo é para se revitalizar, o fará ao encontrar uma nova *concepção* (ou interpretação) do *conceito* de seleção natural” (1995, p. 2). Cremos que as duas teses das quais falamos aqui são passos em direção a essa nova concepção de seleção natural e, conseqüentemente, à revitalização do darwinismo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMAZINE, Scott *et al.* *Self-organization in biological systems*. Princeton: Princeton University Press, 2003.
- CONWAY MORRIS, Simon. *The crucible of creation*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- DENNETT, Daniel C. *A perigosa idéia de Darwin*. Trad. Talit M. Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco, 1998.
- DEPEW, David J. & WEBER, Bruce H. *Darwinism evolving: systems dynamics and the genealogy of natural selection*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
- FUTUYMA, Douglas. *Biologia evolutiva*. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2003.
- GOODWIN, Brian. *How the leopard changed its spots: the evolution of complexity*. New York: Simon & Schuster, 1994.
- GOULD, Stephen Jay. Darwinism and the expansion of evolutionary theory. *Science* **216**: 380-387, 1982.
- . *Vida maravilhosa: o acaso na evolução e a natureza da história*. Trad. Paulo César de Oliveira. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.
- . The evolution of life on the earth. *Scientific American* **271** (4): 63-69, October 1994.
- . Contingency. Pp. 195-198, *in*: BRIGGS, Derek E. G. & CROWTHER, Peter R. (eds.). *Palaeobiology II*. London: Blackwell Scientific, 2001.
- . *The structure of evolutionary theory*. Cambridge, MA: Belknap Press, 2002.
- JACOB, François. Evolution and tinkering. *Science* **196**: 1161-1166,

1977.

KAUFFMAN, Stuart. Antichaos and adaptation. *Scientific American* **265** (2): 64-70, August 1991.

———. *The origins of order: self-organization and selection in evolution*. New York: Oxford University Press, 1993.

———. *At home in the universe: the search for the laws of self-organization and complexity*. New York: Oxford University Press, 1995.

———. “O que é vida?” Schrödinger estava certo? Pp. 101-135, in: MURPHY, Michael P. & O’NEILL, Luke A. J. (orgs.). “*O que é vida?*”: 50 anos depois. Trad. Laura Cardellini Barbosa de Oliveira. São Paulo: Unesp, 1997.

LEWIN, Roger. *Complexidade: a vida no limite do caos*. Trad. Marta Rodolfo Schmidt. Rio de Janeiro: Rocco, 1994.

MAYNARD SMITH, John. *Shaping life: genes, embryos and evolution*. London: Weidenfeld & Nicolson, 1998.

MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília: Editora da UnB, 1998.

MONOD, Jacques. *Le hasard et la necessite: essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*. Paris: Seuil, 1970.

STERELNY, Kim & GRIFFITHS, Paul E. *Sex and death: an introduction to philosophy of biology*. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.

THOMPSON, D’Arcy W. *On growth and form*. Cambridge: Cambridge University Press, 1942.

## **Análise do conceito de função a partir da interpretação histórica**

**Karla Chediak\***

### **1 INTRODUÇÃO**

Embora o conceito de função biológica tenha recebido diversas interpretações, há uma divisão fundamental entre elas que distingue as interpretações teleológicas das não-teleológicas. O artigo *Functions* de Larry Wright, de 1973, é considerado por muitos autores um marco na linhagem das interpretações teleológicas ou etiológicas, como ele mesmo a denomina, e o de Robert Cummings, de 1975, intitulado *Functional analysis*, um marco entre as não-teleológicas. As duas interpretações defendem a existência de uma importante força explanatória do conceito de função para a biologia, porém, de forma bem diferente. Enquanto a primeira sustenta que a função explica por que certo traço, órgão ou propriedade existe, a segunda considera que o poder explicativo da função está na avaliação de sua contribuição para o sistema do qual faz parte, não sendo relevante para sua compreensão a informação sobre sua origem evolutiva. Atualmente, as teorias teleológicas são também denominadas históricas em oposição às teorias não históricas ou a-históricas. Segundo Denis Walsh, as teorias etiológicas ou históricas sustentam que: “a função biológica de um caráter (...) é a propriedade que ele tem em virtude de ter sido promovido no passado pela seleção natural.” E as teorias ahistóricas sustentam que “a função biológica de um traço é essa propriedade que contribui agora para a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos que a possuem, independentemente do que esses traços tenham

---

\* Departamento de Filosofia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ).  
E-mail: kachediak@ yahoo.com.br

feito no passado” (Walsh, 1996, p. 553).

Há, hoje, algumas tentativas de compatibilizar as duas perspectivas, diminuindo a oposição entre elas, na medida em que ambas responderiam importantes questões da biologia. Peter Godfrey-Smith, em seu livro *Complexity and the function of mind in nature*, diz ser necessário utilizar as duas versões no desenvolvimento de sua tese da complexidade ambiental (Godfrey-Smith, 1998, p. 18). Também D. Wash, em seu artigo *Fitness and function*, afirma que para uma análise do conceito de função biológica ser completa, ela deve incorporar o sentido histórico e o não-histórico do conceito (Walsh, 1996, p. 553).

Neste artigo, desenvolveremos a concepção teleológica do conceito de função biológica, abordando algumas das principais discussões sobre esse tema, a fim de compreender a natureza da explicação que ele apresenta e o seu alcance.

É preciso considerar, primeiramente, que muitos autores rejeitam a abordagem teleológica da função biológica, por julgarem que as explicações que recorrem à linguagem teleológica parecem implicar um compromisso com a teologia e a metafísica e considera-se, em geral, que a teoria da evolução extirpou da natureza dos seres vivos o finalismo que estava presente na hipótese criacionista. Porém, segundo Elliot Sober, uma das mais importantes contribuições de Darwin seria a de que, ao invés de eliminar o caráter teleológico das explicações junto com a eliminação de seu caráter teológico, passa a abordá-la de modo naturalista através do conceito de função.

Darwin é visto corretamente como um inovador que fez avançar a causa do materialismo científico, mas seu efeito sobre as idéias teleológicas é bem diferente do de Newton. Ao invés de expurgá-las da biologia, Darwin pode mostrar como elas podem tornar-se inteligíveis para uma abordagem naturalista (Sober, 2000, p. 84).

Ernst Mayr acrescenta outros aspectos dessa crítica usualmente dirigida à concepção teleológica da função. Considera-se que, desde a revolução científica moderna, explicações das ciências naturais expressam-se em linguagem físico-química e que o uso da linguagem teleológica introduz um elemento não natural na explicação. No entanto, é possível ter explicações compatíveis com os enunciados das

ciências básicas, sem que elas tenham de necessariamente expressar-se em sua linguagem (Mayr, 1998, p. 433).

A crítica, entretanto, se aprofunda quando se considera o problema da causalidade. A explicação teleológica apela para eventos futuros, enquanto que a explicação causal normal apela para eventos passados. Nesta última, a causa precede ou é simultânea ao efeito e nas explicações teleológicas recorre-se ao fim ou propósito. Esse problema não se apresenta nos casos em que a função envolve consciência ou intencionalidade, em que há, portanto, agentes envolvidos, o propósito ou a intenção precede a ação e gera o efeito buscado. O propósito deve ser entendido aí como a causa da ação e do efeito seguindo o modo de explicação causal normal. Já o caso da função biológica, em que não há agente intencional envolvido, é de solução mais difícil. Considerando que não se fará nenhum apelo a uma dimensão não natural, alguns autores consideram que só resta incorporar o caráter histórico da função para justificar a explicação teleológica.

No entanto, nem todos aceitam essa solução. Ernest Mayr, por exemplo, acredita que a explicação teleológica torna-se compatível com a ciência e com a causalidade normal graças a sua associação com o conceito de “programa”: “Um processo ou um comportamento teleomático é aquele que deve sua direcionalidade para um objetivo, para a operação de um programa” (Mayr, 1998, p. 438). Ele não considera que a exigência de um programa caracterize uma definição histórica do conceito de função, pois, embora haja uma história que originou o programa, essa história é irrelevante para a análise funcional dos processos teleonômicos.

Por fim, critica-se, segundo Mayr, o uso da linguagem teleológica na biologia por ela implicar antropomorfismo, através da assimilação da função biológica às funções dos sistemas intencionais que envolvem deliberação e consciência (Mayr, 1998, p. 434). Para a sua interpretação, que recorre a processos direcionais, teleonômicos, controlados por um programa, esse problema não se coloca, mas para aqueles que defendem uma concepção teleológica e histórica, esse é um problema a ser considerado devido à aproximação entre a função biológica e a função intencional ou consciente.

## 2 CONCEPÇÃO DE FUNÇÃO DE L. WRIGHT

No seu artigo “Functions”, Larry Wright critica as análises anteriores sobre o conceito de função por não conseguirem atribuir-lhe um poder explanatório eficaz. Não distinguiram suficientemente o caráter funcional do acidental. Por exemplo, a função do coração é bombear o sangue e não produzir batidas, embora isso seja algo que ele também faz (Wright, 1973, p. 141).

Wright afirma que enunciados sobre funções são teleológicos porque todos podem ser formados com a expressão “de modo que” ou “a fim de que”. Dessa forma, esses enunciados explicam por que razão uma certa coisa que cumpre certa função, como um órgão ou um artefato, existe. Isso lhe parece mais substancial do que apontar para a utilidade dessa coisa. Uma coisa pode ser inútil e ainda assim ver mantida sua função. Um artefato ou um órgão com defeito de formação é inútil e, às vezes, até danoso, ainda assim mantém sua função. Além disso, pode haver utilidade em um item sem que essa seja sua função. Por exemplo, a função do nariz não é apoiar os óculos, mas ele tem essa utilidade. Tanto a utilidade, quanto a acidentalidade não servem para dar conta do conceito de função (Wright, 1973, p. 148).

A tese fundamental de Wright possui dois aspectos. O primeiro diz que “ $X$  existe porque realiza  $Z$ ” (Wright, 1973, p. 157). O segundo diz: “ $Z$  é a consequência (ou o resultado) de  $X$  existir” (*ibidem*, p. 161). O primeiro enunciado apresenta a forma da explicação funcional e estabelece a condição necessária para se entender que  $X$  tem a função  $Z$ , descartando a acidentalidade. O segundo apresenta a distinção entre as etiologias funcionais e os outros tipos de explicações etiológicas, pois nem toda explicação etiológica é funcional. Por isso, não basta dizer que  $X$  está lá porque realiza  $Z$ , é necessário completar dizendo que  $Z$  é o resultado ou a consequência do fato de  $X$  estar lá. Por exemplo, seria correto dizer que as plantas possuem clorofila porque essa realiza a fotossíntese e a realização da fotossíntese é a razão pela qual plantas possuem clorofila. Porém, não seria correto dizer que há oxigênio na corrente sanguínea dos seres humanos porque esse se combina facilmente com a hemoglobina. Embora seja verdadeiro que o oxigênio se combina facilmente com a hemoglobina não é essa sua função e não faria sentido dizer que o oxigênio está lá

por essa razão: “a função do oxigênio na corrente sanguínea humana é prover energia para as reações de oxidação e não combinar com a hemoglobina. Combinar com a hemoglobina é apenas um meio para tal fim” (*ibid.*, 159).

Como tem por característica principal explicar por que razão certo órgão, traço ou artefato está ali, a concepção de função de Wright é denominada de teoria etiológica. O autor visa a alcançar uma teoria ampla e unificada: ampla, porque se aplica tanto a funções conscientes, como a funções biológica e unificada porque apresenta uma formulação única e sem ambigüidades. Segundo Wright, a diferença entre funções conscientes e biológicas não é essencial. Primeiro, considera que o modelo para pensar qualquer tipo de função é a escolha voluntária, em que há um agente consciente. Excluindo-se o caso da escolha arbitrária, puramente discriminatória, a seleção consciente é o que está por trás das funções conscientes e é também o modelo segundo o qual a própria seleção natural é pensada, representando uma extensão daquela (Wright, 1973, p. 163). Isso não significa de modo algum introduzir um agente na explicação da função biológica. Embora seja possível e seja o que ocorre quando a explicação teleológica é também teológica, não é necessária.

Como observa Sober, há um laço estreito entre o conceito de função biológica, tal como Wright o concebe, e o conceito de adaptação, pois a função realizada por um traço é uma adaptação, ou seja, foi gerada pelo processo de evolução por seleção natural (Sober, 1999, p. 85).

### **3 CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE FUNÇÃO**

Uma outra característica importante do conceito teleológico de função é a normatividade que designa um padrão a partir do qual a função é pensada, determinando o que certo item deve fazer ou como ele deve se comportar. É esse caráter de normatividade que explica porque, mesmo quando o funcionamento de um item, órgão ou artefato está comprometido, ele não perde sua função. Ruth Millikan considera que o caráter normativo do conceito de função não pode estar baseado apenas nas disposições atuais que um item apresenta. Esse elemento é indiscutivelmente importante, mas não suficiente. A

função não poderia ser descrita somente em termos disposicionais, porque com base nesse elemento não seria possível distinguir de forma eficaz o que é funcional do que não é funcional. As explicações dos casos em que o comportamento de um item é diferente do que diz a norma, como, por exemplo, um determinado órgão que não funciona ou que funciona de modo inadequado, seriam arbitrárias e insuficientes, por isso, a função não poderia ser definida apenas em termos disposicionais. A explicação disposicional da função baseia-se na informação obtida indutivamente, pois não há outro modo de ela ser descoberta, mas para dar conta do que mantém essa disposição como norma é preciso, segundo Millikan, considerar o que a gerou, a saber, a explicação histórica. A função torna-se normativa por ter sido precedida por uma história própria; as disposições nelas mesmas não seriam propositivas. Desse modo, para ela, o caráter disposicional é suficientemente forte para gerar uma explicação teleológica, mas não necessariamente histórica. É por isso que acredita que a concepção de função apresentada por Wright é uma forma especial de explicação teleológica, do tipo etiológico, mas não histórica (Millikan, 1989, p. 298).

Outras críticas dirigidas a Wright vêm dos contra-exemplos apresentados por Boorse que denunciam o caráter excessivamente geral de sua concepção de função. O problema está no fato de a definição de Wright aplicar-se a casos que ultrapassam aqueles por ele apresentados que são as funções biológicas e as funções conscientes. Godfrey-Smith retoma o exemplo fornecido por Boorse de um cientista que ao perceber um furo num cano de gás fica inconsciente antes de poder consertá-lo (Godfrey-Smith, 1994, p. 345). Boorse afirma que, seguindo o modelo de Wright, pode-se dizer que o buraco tem a função de liberar gás e que liberar gás é a consequência de o buraco existir (Boorse, 1976, p. 72). Supõe-se, então, que as duas condições apresentadas por Wright para caracterizar a função não seriam suficientemente específicas para caracterizar a função biológica.

Millikan procura desenvolver uma teoria mais específica, sustentando que só se deve falar de função no contexto de uma história seletiva. No exemplo citado, não haveria função, no sentido próprio,

porque não haveria determinação pela história seletiva. Ela apresenta duas condições para que haja função própria. A primeira diz que um item *A* precisa ter-se originado por meio da reprodução de um item anterior que, por possuir certa propriedade *X*, realizou *F* no passado. *X* existe por causa da realização dessa função *F*. *A* originou-se com a propriedade *X* devido ao fato de esse possuir a função *F*. A segunda diz que *A* se originou como produto de algum item anterior que realizou *F* como função própria e que, normalmente, realiza *F* através da produção de um item como *X*. Nesse último caso, trata-se da “função própria derivada” (Millikan, 1989, p. 288). A condição necessária posta pela reprodução descreve um processo histórico-causal; a história é o fator mais determinante para caracterizar a função tal como compreende Millikan: “de acordo com minha definição, algo vai ter ou não função própria dependendo se tem o tipo certo de história” (*ibid.*, p. 292). Se não for reprodução de nada e se não for produzido por algo que tenha função própria, não tem função própria, ainda que se comporte da mesma maneira de algo que tenha. Desse modo, segundo essa definição, algo pode parecer ter uma função sem que tenha função própria, pois as disposições atuais não são suficientes para determinar uma função própria. O conceito de função própria baseia-se no caráter histórico do item, ou seja, ele está sustentado na história evolutiva que responde pelas “razões de sobrevivência” desses itens (Millikan, 1984, p. 28).

Exemplos bastante claros de função própria são os órgãos dos seres vivos e o comportamento instintivo. Porém, para ela, esse conceito tem uma aplicação mais ampla, abarca o aprendizado, os raciocínios e os artefatos.

#### 4 DISCUSSÃO

O maior problema com o conceito de função própria apresentado por Millikan é que ele deixa de fora casos mais ou menos evidentes de função, aceitos pela ampla maioria dos biólogos. Um exemplo a que se recorre frequentemente é o da tartaruga que utiliza suas nadadeiras para cavar e enterrar seus ovos. Acredita-se que esse comportamento não evoluiu por seleção natural, mas que as nadadeiras foram selecionadas pelo fato de elas facilitarem o seu deslocamento na

água. No entanto, seria difícil negar que por servirem também para cavar, as nadadeiras têm de algum modo essa função.

Stephen Jay Gould e Elizabeth Vrba, por exemplo, consideram que as nadadeiras não têm função, uma vez que, por não terem evoluído por seleção natural, não são adaptações. Apenas adaptações gerariam funções. O uso das nadadeiras para cavar seria um efeito e não uma função e são denominadas, por esses autores, de exaptações (Gould & Vrba, 1982, p. 6). Esse termo designa itens que evoluíram por seleção natural para cumprir certo papel, mas que atualmente servem para outro uso.

Esse não é o único caso que gera problema para a concepção de função própria, a saber, a existência de funcionamento de um item para o qual não foi selecionado. Há, também, casos em que se supõe ter ocorrido originariamente uma seleção para determinado funcionamento do item e ter ocorrido uma seleção diferente, ou seja, para outro funcionamento no passado recente ou atual. O exemplo frequentemente utilizado para caracterizar esse fenômeno é o da evolução das penas das aves. Acredita-se que as penas das aves evoluíram, primeiramente, para cumprir função de termo-regulação e não para vôo. Sabemos, no entanto, que de um passado recente para cá houve um aperfeiçoamento das penas tendo em vista essa outra finalidade, o vôo.

Além disso, há o problema dos casos de traços vestigiais que não apresentam mais funções. Na concepção histórica que se baseia na história evolutiva originária, esses traços favorecidos pela seleção natural no passado cumpriram certa função que tem de ser reconhecida e atribuída a ele devido a sua história pregressa. No entanto, essa atitude parece um contra-senso para a maior parte daqueles que praticam a biologia.

Por fim, numa abordagem histórica da função que considera apenas a seleção originária, não há como distinguir inteiramente a questão sobre a função da questão sobre a evolução. Como observa Peter Godfrey-Smith, não se mantém a autonomia das quatro questões estabelecidas por Tinbergen para tratar do comportamento, a saber, a que descreve o mecanismo fisiológico, a função atual, a história evolutiva e o desenvolvimento do comportamento na vida do indivíduo

(Godfrey-Smith, 1994, p. 356).

Segundo Godfrey-Smith, esses exemplos e problemas apontam para uma distinção importante entre seleção original, passada, e seleção moderna ou recente, distinção que precisa ser levada em conta quando se analisa o conceito de função. Se levarmos em conta apenas a seleção original ou passada corre-se o risco de deixar de assinalar funções importantes e reconhecidas, bem como de atribuir função a órgãos que não cumprem mais esse papel. Por isso, ele propõe uma alteração na concepção de função, tomando como ponto de partida a definição dada por Millikan, que compreende que o processo histórico é determinante para caracterizar certo comportamento como funcional. O que explicaria a existência dos membros de uma família que possui certa função é o fato de que, no passado, esses membros foram bem sucedidos no processo seletivo. Godfrey-Smith reformula a concepção de Millikan de modo a incorporar a seleção recente ou moderna como critério no lugar da seleção antiga ou originária. Diz ele:

A função de  $m$  é  $F$  se e somente se:  $m$  é membro da família  $T$ . Membros da família  $T$  são componentes dos sistemas biológicos do tipo  $S$ . Dentre as propriedades copiadas pelos membros de  $T$  está a propriedade ou o conjunto de propriedades  $C$  que podem realizar  $F$ . Uma das razões pelas quais membros de  $T$ , tal como  $m$ , existem agora é o fato de que membros passados de  $T$ , no passado recente, foram bem sucedidos na seleção por causa da contribuição positiva para a aptidão [*fitness*] dos sistemas de tipo  $S$  (Godfrey-Smith, 1994, p. 359).

Godfrey-Smith defende que a explicação, baseada na evolução originária, diz respeito a como as forças evolutivas, seletivas ou não, originaram a estrutura que certo traço possui, e observa que muitas vezes essa explicação não dá mais conta do por que certo traço é mantido na população e propõe considerar a seleção recente ou moderna para determinar se um traço, órgão ou comportamento, é funcional. Segundo o autor, apesar de ser difícil dizer a partir de quando a atividade de seleção passou a ser recente ou moderna, isso não é relevante, embora possa se afirmar que quanto mais se afasta do presente, menos força explanatória a teoria da seleção natural possui para explicar as funções atuais (Godfrey-Smith, 1994, p. 356).

Peter Schwartz considera que há três boas razões que justificam a defesa da concepção de função a partir de uma abordagem moderna. A primeira é porque ela lida melhor com os casos em que a seleção original para certo traço favoreceu uma função diferente da função que esse mesmo traço exerce atualmente. Também não tem problema em reconhecer a ausência de função nos traços vestigiais. E, por fim, é compatível com a distinção, largamente aceita entre os biólogos e filósofos da biologia, entre explicação funcional e explicação evolutiva (Schwartz, 1998, p. 7). Como esclarece Gustavo Caponi, a biologia funcional ocupa-se em estudar por métodos predominantemente experimentais as causas próximas que atuam ao nível do organismo individual e a biologia evolutiva ocupa-se em geral em reconstruir por métodos comparativos e inferências históricas as causas remotas que atuam ao nível populacional (Caponi, 2004, p. 120). Godfrey-Smith acredita que a concepção moderna de função que defende é diferente das outras concepções históricas de função, como a da Millikan, porque respeita, ainda que não siga inteiramente, essa distinção entre biologia funcional e evolutiva (Godfrey-Smith, 1994, p. 356).

Apesar dessa observação, pensamos que Walsh tem razão quando diz que a interpretação de Godfrey-Smith não é, nesse aspecto, inteiramente convincente e não parece compatível com a divisão proposta por Tinbergen, pois para ele não faz diferença se o passado é recente ou não (Walsh, 1996, p. 556). A questão é de natureza conceitual e diz respeito se a explicação é histórica ou não é histórica. Se é histórica responde à questão relativa à evolução e se não é histórica responde à função. Nesse sentido, não há passagem de uma questão para outra.

Porém, apesar do fato de a incorporação da seleção recente na definição de função poder ser considerada uma decisão feliz, porque resolve alguns problemas apresentados à concepção histórica baseada na seleção originária, restam ainda casos que precisam ser tratados. São aqueles em que se põe em discussão o papel da seleção natural. Não há garantia de que a manutenção de um traço é fruto da ação da seleção natural. Traços podem ser mantidos porque as variações fenotípicas não são produzidas ou ainda por terem sido eliminadas por outros fatores acidentais que não a seleção natural. Isso é um pro-

blema para a concepção moderna de função, considerando que a definição fornecida por Godfrey-Smith diz: “funções são disposições e poderes que explicam a manutenção recente de um traço num contexto seletivo” (Godfrey-Smith, 1994, p. 346). Se não for mantido por seleção natural, não é função de acordo com a definição acima apresentada, mas o problema é determinar até onde a seleção natural responde pela manutenção do traço. Godfrey-Smith tem consciência desse problema quando afirma que os traços estão sujeitos a vários tipos de inércia e cita as duas razões apresentadas acima: a ausência de variação e a eliminação das variações por razões não seletivas, reconhecendo que, nesses casos, a explicação histórica moderna seria simplesmente falsa e admite que não haveria como eliminar esse risco. Além disso, traços podem ser mantidos ou desaparecer também por estarem associados a outros traços sujeitos à seleção natural. Na realidade, são muitas as dificuldades para se obter informações sobre a ocorrência da seleção natural, bem como mostrar as variações hereditárias e suas diferenças em aptidão.

Schwartz acredita que é preciso reformular o conceito de função biológica a partir da sua concepção moderna para lidar com essas dificuldades (Schwartz, 1998, p. 13). Deve-se considerar como função própria de um traço  $X$  os casos em que  $X$  surgiu, foi modificado ou se mantém por seleção natural, mas também os casos em que não há seleção natural, ou seja, em que a realização recente da função  $F$  contribuir para a sobrevivência e a reprodução dos organismos numa população que possua esse traço sem que tenham sido selecionados. Segundo o autor, essa abordagem ampla seria melhor do que a concepção histórica moderna. Primeiramente, porque resolve o problema de se assinalar função própria aos traços que surgiram como exaptações, como as penas das aves. Em segundo lugar, também respeita a relação entre explicação funcional e evolutiva, pois a explicação funcional seria um subconjunto da explicação evolutiva. E, em terceiro lugar, não atribui função própria aos traços vestigiais, considerando esses como traços que foram favorecidos pela seleção natural no passado devido a certa função que exercia, mas que deixou de contribuir para a aptidão por um longo período de tempo evolutivamente significativo.

Além de todos esses casos que a concepção histórica moderna de função já dava conta, ela abarca também os casos em que o traço se mantém e cumpre uma função observável pela disposição atual do órgão ou do comportamento sem que seja mantido por seleção natural. Essa condição diz apenas que ocorreria também função  $F$  de um traço  $X$ , quando a realização recente da função  $F$  contribuir para a sobrevivência e a reprodução dos organismos numa população que possua esse traço. É o caso da manutenção dos traços por ausência de variação ou por eliminação das variações por razões não seletivas.

A proposta de Schwartz é diferente da de Godfrey-Smith porque não determina se algo tem ou não função própria a partir do critério de ter sido favorecido pela seleção natural, mas se o traço contribuiu para a sobrevivência e reprodução do organismo que a possui (Schwartz, 1998, p. 14). De fato, essa abordagem parece abarcar todos os casos, pelo menos os principais casos, que são usados como contra-exemplo à abordagem histórica.

A questão é que o critério de favorecer a sobrevivência e a reprodução em geral abarca o primeiro critério que diz que  $X$  surgiu, foi modificado e se mantém por seleção natural, já que se manter por seleção natural implica contribuir para a sobrevivência e a reprodução, mantendo ou aumentando a frequência do traço na população e favorecendo a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos que o possuem. Então, a condição que diz que há função  $F$  de um traço  $X$ , se a realização recente da função  $F$  contribuir para a sobrevivência e a reprodução dos organismos numa população que possua esse traço tornar-se-ia, na verdade, a única condição, pois incluiria tanto os casos em que há o processo de seleção natural, quanto os casos em que não há.

Essa concepção de função termina por revelar o problema que existe com a concepção histórica e que é de difícil solução. Por um lado, ao se vincular o conceito de função ao de seleção natural, adquire-se um critério bem delimitado que mantém o poder explanatório do conceito, mas com o preço de deixar-se de fora ou de se incorporar equivocadamente os casos em que não houve seleção natural. Por outro lado, ao se desvincular a função da seleção natural, não se pode mais distinguir, com clareza, a abordagem histórica da aborda-

gem não-histórica, considerando-se a distinção feita por Walsh entre função histórica e função a-histórica, que se baseia no fator seleção natural. Segundo ele, o que caracteriza a visão a-histórica da função é que possuir o traço com função  $F$  promove a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos que o possuem independentemente do que tenha ocorrido no passado, seja ele recente ou não. Por exemplo, o órgão de um animal, que passou a ter um papel novo depois de uma drástica mudança ambiental, teria função, mas não se explicaria essa função por meio da concepção histórica. Se o elemento histórico, ainda persiste na concepção proposta por Schwartz, pelo fato de considerar a contribuição recente, esse caráter histórico parece ter perdido inteiramente sua força explicativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOORSE, Christopher. Wright on functions. *The Philosophical Review* **85** (1): 70-78, 1976.
- CAPONI, Gustavo. La distinción entre *Biología funcional* y *Biología evolutiva* como clave para la discusión del reduccionismo en ciencias de la vida. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*. **14** (1): 119-157, 2004.
- CUMMINGS, Richard. Functional analysis. *The Journal of Philosophy* **72**: 741-765, 1975.
- GODFREY-SMITH, Peter. A modern history theory of function. *Noûs* **28** (3): 344-362, 1994.
- . *Complexity and the function of mind in nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- GOULD, Stephen Jay & VRBA, Elizabeth. Exaptation. Missing term in the science of form. *Paleobiology* **8**: (1): 4-15, 1982.
- MAYR, Ernest. Los múltiples significados de “teleológico”. Pp. 431-461, in: MARTÍNEZ, Sergio & BARAHONA, Ana. (eds.). *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998.
- MILLIKAN, Ruth. In defense of proper function. *Philosophy of Science* **56**: 288-302, 1989.
- . *Language, thought, and other biological categories. New foundations for realism*. Cambridge, MA: MIT Press, 1984.

- NEANDER, Karen. The teleological notion of function. *Australasian Journal of Philosophy* **69**: 454-468, 1991.
- SCHWARTZ, Peter. Proper function and recent selection. *PSA Fall Meeting*: 1-19, 1998.
- SOBER, Elliot. *Philosophy of biology*. Colorado: Westview Press, 2000.
- WALSH, Denis. Fitness and function. *British Journal for the Philosophy of Science* **47**: 553-574, 1996.
- WRIGHT, Larry. Functions. *Philosophical Review* **82**: 139-168, 1973.

## As concepções iniciais de Thomas Hunt Morgan acerca de evolução e hereditariedade

---

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins \*

Ana Paula de Oliveira Pereira de Moraes Brito \*\*

---

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o nome de Thomas Hunt Morgan (1866-1945) é em geral associado à genética de *Drosophila* e à teoria cromossômica. Esta teoria, da forma que foi concebida por ele e seus colaboradores (Alfred Henry Sturtevant, Herman Joseph Muller e Calvin Blackman Bridges)<sup>1</sup> a partir de 1910-11 era, em princípio, compatível com a concepção de um processo evolutivo lento e gradual e com a seleção natural, como admitia Darwin. No entanto, a postura inicial de Morgan era bem diferente. Até 1910-11 ele era um forte opositor das teorias mendeliana e cromossômica, tendo escrito vários trabalhos onde as combatia (Morgan, 1907a, p. 465; Morgan, 1909a, p. 365;

---

\* Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); Grupo de História e Teoria da Ciência, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Caixa Postal 6059, 13083-970 Campinas, SP. E-mail: lacpm@uol.com.br.

\*\* Estudante de doutorado do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES). E-mail: paulambrito@ig.com.br

<sup>1</sup> O grupo de Morgan era então constituído por dois estudantes de graduação – Sturtevant e Bridges – e um doutorando, Henry Joseph Muller. Todos eles tinham sido treinados em citologia por Edmund Beecher Wilson, que era chefe do Departamento de Zoologia na Universidade de Colúmbia, bem como de Morgan, além de ser seu amigo pessoal (Martins, 1997, capítulo 1, p. 17).

Morgan, 1910a, pp. 451-452; 460-461; 477). Segundo vários estudos historiográficos, no final desse período ele mudou de idéia a respeito do assunto, dando início juntamente com seu grupo a uma linha de investigação neo-mendeliana (ver, por exemplo, Allen, 1966; Van Balen, 1987; Martins, 1998; Martins, 2002, p. 252).

Inicialmente, sendo um adepto da “teoria da mutação” de Hugo de Vries (De Vries, 1901/1903; Martins, 2002, p. 232), Morgan considerava que a evolução era principalmente saltacional. Para ele, somente as variações descontínuas seriam herdadas. Além disso, via limitações quanto à ação do princípio da seleção natural no processo evolutivo. Somente anos mais tarde (1916), em sua obra *A critique of the theory of evolution*, a partir da contribuição de Muller, Morgan admitiu que poderia haver compatibilidade entre fenômenos mendelianos e alguns aspectos da teoria de evolução. Passou a considerar que a seleção podia produzir quase todas as formas intermediárias reduzindo, aumentando ou mesmo eliminando os genes modificadores em uma população. Isso explicaria algumas características que podiam variar de modo contínuo como, por exemplo, o tamanho da cauda em pombos ou da célula em *Paramecium* (Morgan, 1916, pp. 165-169; Allen, 1978, p. 305).

Consideramos relevante comentar um pouco sobre a carreira de Morgan. Inicialmente trabalhou dentro da tradição morfológica, com biologia comparada, estudando quatro espécies de aranhas do mar. Ele buscava esclarecimentos sobre sua posição filogenética. Investigou também o processo de regeneração em vários organismos tais como minhoca, planária, água viva e o protozoário *Stentor*. De acordo com M. B. Fuller, foi entre 1894 e 1895, período em que passou um tempo na Estação Zoológica de Nápoles juntamente com Hans Driesch (1867-1941) e realizou experimentos embriológicos com Ctenophora, que Morgan passou a adotar um enfoque mais experimental e menos descritivo em sua pesquisa (Fuller, 1981, p. 7; Martins, 1998, p. 103). Entre 1903 e 1910 ele desenvolveu pesquisas sobre a determinação de sexo, evolução e hereditariedade. De 1910-11 a 1925 dedicou-se ao estudo da genética da transmissão em *Drosophila* (Allen, 1981, p. 524; Martins, 1998, p. 104).

O objetivo deste artigo é, a partir da análise de diversos estudos de

Morgan sobre evolução e determinação de sexo publicados de 1900 a 1910, procurar averiguar qual era sua posição em relação a estes dois assuntos e em que evidências ele se baseava.

## 2 MORGAN E A EVOLUÇÃO ORGÂNICA

Morgan acreditava que a evolução era um processo que devia ocorrer no presente, do mesmo modo como ocorrera no passado e que era possível estudá-lo diretamente. De acordo com ele, nem a anatomia comparada e nem a embriologia tinham trazido esclarecimentos sobre os fatores e causas da evolução (Morgan, 1910b, p. 201).

Durante o período considerado neste estudo (1900-1910), embora Morgan aceitasse que os grupos de animais e plantas que existem atualmente se originaram a partir da modificação de animais e plantas que existiram antes, fazia várias críticas à teoria darwiniana em geral e, particularmente, ao princípio da seleção natural. Apesar disso, valorizava a contribuição de Darwin, dando-lhe o crédito de ter tratado a questão de adaptação e evolução com bases científicas.

No período anterior a 1910, contrariamente a Darwin, Morgan não aceitava que o processo evolutivo ocorresse principalmente através do acúmulo lento e gradual de pequenas variações sobre as quais atuava a seleção natural (variações contínuas). Para ele, este acontecia principalmente a partir de variações descontínuas, o tipo de variação que Darwin chamou de *sports* e considerou pouco relevantes em termos evolutivos (Darwin, [1875], p. 10).

Entre 1901 e 1903 foi publicada em dois volumes a obra *Die Mutationstheorie* de autoria do médico e botânico holandês Hugo de Vries. Ele se baseou nas evidências experimentais obtidas durante dez anos de estudos com a planta *Oenothera lamarckiana*. Defendia que novas espécies poderiam se formar em um único passo, o que chamou de “mutação”. A conotação deste termo em De Vries é diferente daquela empregada por Morgan e colaboradores em 1915-1920 bem como daquela que se utiliza atualmente. Para De Vries, “mutação” era o que Darwin chamava de *sports* e que atualmente conhecemos por macromutação (Allen, 1978, p. 119; Allen, 1969; Martins, 2000). Desse modo, para o botânico holandês a evolução ocorria principalmente através de variações descontínuas. Mas, apesar disso,

ele não excluiu a seleção natural do processo evolutivo. Segundo este autor, a seleção natural não decidia entre um indivíduo e outro mas sim, entre duas formas específicas. A mais adaptada ao ambiente seria selecionada e a outra seria eliminada ou poderia viver em um ambiente diferente (Castle, 1904, p. 398).

O trabalho de De Vries convenceu muitas pessoas na época, inclusive o próprio Morgan. Ele ficou bastante entusiasmado principalmente pelo caráter experimental desta investigação. Motivado pelos resultados obtidos por De Vries, em 1908 iniciou suas investigações com *Drosophila*. Ele desejava testar se nesses animais ocorriam mutações no sentido de De Vries. Somente muitos anos mais tarde (entre 1912 e 1920) os estudos de Renner, Cleland e Bradley Davis trouxeram evidências experimentais de que a maioria dos casos que De Vries descrevia como sendo o surgimento de uma nova espécie, com exceção de dois, podiam ser explicados pelos complicados arranjos cromossômicos de *Oenothera*, que era um híbrido e que os homozigotos puros não sobreviviam (Allen, 1978, pp. 110, 125; Martins, 2000; Martins, 2002, pp. 232-234; Van der Pas, 1981, p. 101; Dunn, 1991, p. 60).

Além de Morgan, havia outros autores na época que atribuíam um importante papel às variações descontínuas no processo evolutivo. Um deles, cujo trabalho Morgan respeitava bastante, foi William Bateson, que em seu livro *Materials for the study of variation* (1894) catalogou uma grande quantidade de fatos que enfatizavam esta idéia (Martins, 1999, pp. 77-78; Martins, 2006).

O posicionamento de Morgan contrário à idéia de um processo evolutivo gradual, no período considerado, pode ser explicado a nível conceitual, já que ele alegava que não havia provas de que as variações contínuas pudessem ser herdadas (Morgan, 1903a, p. 267). Por outro lado, a evolução saltacional podia explicar as lacunas existentes no registro paleontológico que, segundo ele, era um dos pontos problemáticos da teoria darwiniana (Allen, 1978, p. 120).

Um outro aspecto da teoria darwiniana do qual Morgan discordava era a herança de caracteres adquiridos. Em seus estudos sobre as causas que provocam as mudanças na forma não encontrou evidências que respaldassem esta idéia (Morgan, 1907b, p. v; Child, 1907,

pp. 825-826).

Além dos aspectos sobre os quais comentamos, Morgan fazia diversas restrições ao princípio da seleção natural, sobre as quais trataremos na seção que se segue.

### 3 ALGUMAS OBJEÇÕES DE MORGAN EM RELAÇÃO À SELEÇÃO NATURAL

Durante o período compreendido entre 1900 e 1915 Morgan fazia as seguintes objeções em relação à seleção natural:

- A seleção natural pode eliminar o não adaptado, mas não pode criar novas variações a partir das quais se originem novas adaptações (Morgan, 1903a, p. 462). Assim, ele estava convencido de que a seleção natural não podia explicar a adaptação (Dean, 1904, p. 222). Ela podia explicar o fracasso do não adaptado em deixar descendentes, mas não podia explicar a origem do adaptado (Allen, 1978, p. 111). De modo análogo a Bateson (Bateson, [1894], p. 69; Martins, 1999, p. 80), ele acreditava que a seleção natural não podia criar nada de novo (Allen, 1978, p.111). Assim, ela não explicava a origem das espécies.

Em um artigo publicado em Morgan comentou: “Mas hoje em dia, aceitando a evolução, estamos preocupados se a teoria da seleção natural explica a *origem das espécies* ou se explica as *adaptações* dos animais e plantas” (Morgan, 1910b, p. 203). A seu ver, ela não explicava nenhuma das duas coisas.

- A seleção natural não explicaria os estágios incipientes de órgãos altamente adaptados. Nesse sentido, Morgan estava de acordo com a crítica que Georges Mivart (1827-1900) havia feito em 1871: se a seleção age sobre pequenas diferenças individuais que ocorrem ao acaso, os níveis elevados de adaptação (como, por exemplo, os olhos nos vertebrados) não poderiam ser explicados, porque seus estágios incipientes nunca ofereceriam vantagem suficiente para uma seleção favorável (Mivart, 1871, capítulo 2; Allen, 1978, p. 112).

- A seleção natural não explicaria a regeneração e o desenvolvimento. As evidências encontradas nos estudos feitos por Morgan sobre embriologia e regeneração, no início de sua carreira, levaram-no a crer que o desenvolvimento das partes do zigoto e embriões e a

regeneração de partes no organismo adulto eram problemas análogos (Conklin, 1902, p. 621). Ele assim se expressou:

Nós não temos, entretanto, nenhuma razão para supor que todas as células que estão em processo de clivagem são semelhantes porque são potencialmente iguais. Mesmo pedaços de um animal adulto – de uma hidra ou stentor, por exemplo – podem produzir novos organismos inteiros, embora devamos supor inicialmente que esses pedaços são tão distintos como as partes do corpo a partir do qual eles se originam. (Morgan, 1901, p. 622)

Parecia-lhe impossível que as maravilhosas adaptações da regeneração resultassem da ação da seleção natural. A seu ver nem a teoria de Lamarck nem a teoria de Darwin explicavam regeneração dos organismos (Conklin, 1902, p. 621). Ele afirmou mais tarde em outra obra onde discutia sobre evolução e adaptação: “A conclusão a que cheguei é que a teoria é inteiramente inadequada para explicar a *origem* do poder de regeneração” (Morgan, 1903a, p. ix).

#### 4 OUTROS ASPECTOS

Algumas das críticas de Morgan (como o início de órgãos complexos) já tinham sido tratadas detalhadamente pelo próprio Darwin, na última edição do *Origin of species*. Ao que tudo indica, Morgan tinha dificuldades em entender o mecanismo da seleção natural. Devido a isso, mantinha sua posição, apesar do esforço de seus estudantes (principalmente Muller e Sturtevant) para convencê-lo. Em entrevista pessoal a Garland Allen, Muller comentou:

Todos nós [Muller, Sturtevant e até certo ponto Bridges] discutimos com Morgan sobre isso... Morgan voltava e voltava... parecia-nos que ele não poderia entender a seleção natural. Ele tinha um bloqueio mental muito comum naqueles dias. (entrevista de Muller com Allen, 1965; Allen, 1978, p. 308)

Outro geneticista que também interagira com o grupo de Morgan, Edgard Altenburg, comentou em correspondência com Muller que, em 1910, Morgan procurava explicar os casos de fatores múltiplos através da falta de segregação (carta de Altenburg para Muller, 24/3/1946; Muller Papers, Lilly Library, Indiana University, *apud*,

Carlson, 1974). Nessa época os colaboradores de Morgan (Sturtevant, Muller e Bridges) tinham tido contato com o livro de Robert Heath Lock, *Recent progress in variation, heredity and evolution* (1907), que fora adotado por Edmund Beecher Wilson em um curso sobre hereditariedade. Lock, entre outras coisas, procurava mostrar que a união da seleção natural com a genética mendeliana podia propiciar um mecanismo perfeito para a evolução (Muller, 1943, p. 154; Allen, 1978, p. 308; Martins, 1997, capítulo 3, p. 62). Tratava-se, entretanto, de uma obra de estilo popular que aparentemente serviu como um importante elemento de propaganda da hipótese cromossômica mas que, de modo algum, oferecia uma fundamentação para a mesma (Martins, 1997, capítulo 3, p. 64). Assim, se Morgan teve contato com ela e não ficou convencido, não podemos censurá-lo.

De acordo com Garland Allen, existe um outro aspecto que pode ter contribuído para as restrições feitas por Morgan à seleção natural no período considerado. Trata-se do conceito de *espécie* admitido por ele (Allen, 1978, p. 107). De modo análogo a outros estudiosos como Lamarck, por exemplo, este cientista via as espécies como unidades arbitrárias criadas pelos taxonomistas para sua conveniência. A única unidade que existia de fato na natureza, a seu ver, era o indivíduo (Morgan, 1903b, p. 107).

Para Morgan, as espécies constituíam um grupo de formas mais ou menos semelhantes porque partilhavam um mesmo número de adaptações e não por sua similaridade em relação a detalhes triviais como, por exemplo, o número de pétalas (Morgan, 1910a, p. 203; Allen, 1978, p. 107). Em um de seus artigos Morgan assim se expressou:

Se, então a definição de espécie do taxonomista é aquilo que nós queremos dizer quando falamos de espécie, e esta definição não diz respeito aos caracteres adaptativos (ou só o faz de forma casual), é claramente fútil tentar explicar a origem das espécies através da seleção natural. (Morgan, 1910a, p. 203)

Conforme Allen, partindo de tal definição não faria sentido procurar uma teoria que explicasse a origem de grupos cuja realidade era subjetiva (Allen, 1978, p. 312).

## 5 OS ESTUDOS DE MORGAN SOBRE DETERMINAÇÃO DE SEXO

Durante a primeira década do século XX discutia-se se a determinação do sexo estava relacionada a fatores internos ou externos. No caso de ser determinada por fatores internos, se o processo seria a pré-formação ou a epigênese. Inicialmente, em suas publicações onde tratava sobre a hereditariedade, Morgan não atribuiu muita importância aos fatores externos, exceto no caso de formas partenogenéticas, como os afídeos e *Hydatina*. Porém, tinha dúvidas se o sexo era determinado por elementos contidos no citoplasma ou no núcleo e rejeitava a teoria mendeliana. Ele assim se expressou: “A teoria de Castle parece inutilmente complexa, e a tentativa de aplicar os princípios mendelianos à questão de determinação de sexo não parece ter tido muito sucesso” (Morgan, 1903b, p. 114).

Dentre as objeções colocadas por Morgan em relação à teoria mendeliana estava o fato de ela não explicar a proporção 1:1 em relação à herança da característica sexo. Além disso, ele considerava a hipótese da fertilização seletiva aventada por William Castle para dar conta desses resultados como não sendo plausível. Castle admitia que os indivíduos dióicos seriam heterozigotos para o sexo possuindo fatores para ambos os sexos. No macho o fator fêmea seria recessivo e na fêmea o fator macho seria recessivo, mas cada sexo transmitiria os dois fatores (Castle, 1903, p. 193). Entretanto Castle adotou a hipótese da fertilização seletiva, ou seja, que um óvulo trazendo caráter para um sexo só pudesse se unir na fertilização com o espermatozoide trazendo o caráter para o mesmo sexo (Castle, 1903, pp. 195-196; Martins, 1997, cap. 4, pp. 13-14). Dois anos mais tarde, a partir das evidências encontradas em seus estudos com os insetos *Phylloxera*, Morgan defendeu que a determinação de sexo estava relacionada a elementos contidos no citoplasma. Além disso, julgava que a teoria cromossômica era problemática e não explicava a evolução, já que, em vários casos, espécies muito próximas apresentavam número de cromossomos bastante diferente. Em uma espécie de *Phylloxera* observou um número somático de cromossomos igual a 12 e em outra 22 (Morgan, 1905, pp. 201; 204; Martins, 1997, capítulo 3, pp. 65-66).

Em 1907, realizou uma série de estudos sobre a determinação sexual em insetos, acreditando que fatores internos determinavam o sexo e defendeu que a alternância de geração em alguns organismos como os afídeos e *Daphnia*, por exemplo, poderia estar relacionada a mudanças ambientais, portanto fatores externos. Porém, em organismos superiores seria determinada por fatores internos embora pouco se soubesse sobre o mecanismo desta determinação (Morgan, 1907a, pp. 383-4). Neste caso ele era favorável à epigênese:

Acredito que a questão do momento é determinar qual destes pontos de vista, pré-formação ou epigênese, podemos considerar como sendo a hipótese de trabalho mais proveitosa. Minha própria preferência – ou talvez preconceito – é a interpretação epigenética, mas a verdade completa pode estar em algum lugar entre essas duas formas de pensamento. (Morgan, 1907a, p. 384)

Nesse mesmo ano Morgan publicou o livro *Experimental zoology*. Nesta obra ele criticou o uso e abuso de hipóteses científicas e apontou a necessidade de verificá-las experimentalmente. Concluiu que o objetivo do trabalho experimental é o controle dos fenômenos naturais, concordando com Jacques Loeb. Discutiu sobre o estudo experimental da evolução, crescimento, enxertos; influência do ambiente no ciclo vital e caracteres sexuais secundários (Conklin, 1908, p. 140). É interessante comentar que este cientista admitiu que a “lei de Mendel”, em muitos casos, dava conta dos resultados encontrados. Se usada com discrição poderia solucionar muitos problemas. Porém, havia casos que acreditava tratar-se de herança não mendeliana (Morgan, 1907b, p. 166; Child, 1907, p. 825). Ele questionava a pureza dos gametas e considerava que não havia sido até então demonstrado que os cromossomos fossem os portadores das qualidades hereditárias (Morgan, 1907b, pp. 77; 79; Child, 1907, p. 825).

Quanto à determinação do sexo, Morgan sugeriu que este não seria determinado no óvulo ou espermatozóide porém “mais tarde através da relação quantitativa resultante da atividade de cromatina das células do embrião” (Morgan, 1907b, *apud*, Child, 1907, p. 827).

Em um artigo publicado no ano seguinte, considerou que as evidências obtidas por Theodor Boveri e G. B. Spooner em ovos de ouriço do mar, *Arbacia*, indicavam que a diferenciação embrionária era

um fenômeno citoplasmático e não nuclear. Ele acreditava que os cromossomos não explicavam a diferenciação, pois eles eram iguais nos diferentes órgãos cujas funções eram também diferentes (Morgan, 1908).

Em 1909, a partir das evidências encontradas em seus estudos sobre os insetos *Phylloxera*, onde existe alternância de fase sexuada e assexuada, embora inicialmente admitisse que os óvulos fertilizados que produziam fêmeas estivessem relacionados a um espermatozóide funcional, considerou que não havia relação entre cromossomos e a determinação sexual das fêmeas de *Phylloxera* sexuadas e partenogênicas, já que ambas produziam óvulos com o mesmo número de cromossomos. Concluiu que o citoplasma desempenhava um papel mais relevante no processo (Morgan, 1909b). Em seus estudos posteriores sobre as formas *Phylloxera*, encontrou evidências que o levaram a crer que o sexo fosse herdado quantitativamente, ou seja, seria determinado pela quantidade de cromatina contida em vários cromossomos e não dependeria de nenhum cromossomo em especial. Assim, os cromossomos estariam relacionados apenas a uma parte do processo que levaria à determinação do sexo (Morgan, 1909c).

As concepções de Morgan sobre determinação de sexo sofreram mudanças no período considerado, mas sua idéia principal era que a determinação de sexo estava relacionada principalmente com fatores internos contidos no citoplasma. Com o tempo, passou a acreditar que os cromossomos poderiam tomar parte no processo, mas não como seus principais agentes. Além disso, no período considerado, sua posição foi favorável à epigênese. Em 1910-11 ele passou a aceitar a teoria cromossômica e os princípios mendelianos de forma abrupta, dedicando-se ao desenvolvimento da teoria mendeliana-cromossômica que admitia a relevância do núcleo (cromossomos) na determinação do sexo, relação entre o comportamento dos cromossomos e princípios mendelianos e existência de pré- formação, sem que muitas de suas restrições e críticas a nível conceitual fossem respondidas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como mencionamos anteriormente no início deste artigo, em

1910-11 Morgan passou a aceitar as teorias mendeliana e cromossômica, mas durante os vários anos que se seguiram, continuou vendo limitações para o princípio darwiniano da seleção natural, bem como outros aspectos desta teoria. Até 1912, ele acreditava que as variações descontínuas (mutações pequenas ou grandes) eram a matéria prima da evolução. Entretanto, alguns estudos como o de Bradley Davis, por exemplo, que mostraram aspectos problemáticos em relação às evidências encontradas por De Vries em *Oenothera*, podem ter abalado sua crença.

Além das dificuldades que tinha em compreender alguns aspectos da teoria mendeliana-cromossômica, devido em parte a não ter um treino em citologia, Morgan tinha dificuldades para conceber como a teoria mendeliana podia ser aplicada à evolução (ver Allen, 1978, p. 302), apesar das diversas tentativas de Muller e Sturtevant ou mesmo de outros biólogos que visitaram seu laboratório, como Julian Huxley, por exemplo, em mostrar-lhe a compatibilidade entre os dois estudos. De acordo com Allen “foi entre 1912 e 1915 que Morgan parece ter tido uma mudança substancial (mas de modo algum completa) em sua atitude diante da seleção natural” (Allen, 1978, p. 302).

Em 1914 o grupo de Morgan já trabalhava com a idéia da existência de uma interação entre os genes e de genes múltiplos associados a uma única característica. Isto podia explicar o aparecimento de variações contínuas herdáveis em uma espécie (Allen, 1978, pp. 304-305). A possibilidade de que a seleção natural pudesse agir sobre essas variações contínuas constituiu uma hipótese de trabalho para Sturtevant, Muller e Bridges. Isto pode ter ajudado Morgan a mudar de idéia. Porém, somente em 1916 na obra *A critique of the theory of evolution* Morgan admitiu de maneira mais positiva que podia haver compatibilidade entre os fenômenos mendelianos e alguns aspectos da teoria de evolução.

Vimos que a mudança de atitude de Morgan em relação à teoria cromossômica e princípios de Mendel ocorrida em 1910-1911, não pode ser explicada a partir de evidências encontradas em seus estudos sobre determinação de sexo (citológicos e cruzamentos experimentais) já que estes o levaram a crer que esta estava relacionada principalmente a fatores citoplasmáticos e ao processo de epigênese.

Embora em alguns momentos tivesse considerado a possibilidade de herança conforme padrões mendelianos, em outros considerou que não havia relação entre cromossomos e determinação de sexo. Os estudos iniciais de Morgan (de 1905 a 1909) sobre a determinação de sexo levaram-no a conclusões bastante contraditórias. Por outro lado, diversas objeções que ele fazia em relação às teorias mendeliana e cromossômica não foram respondidas (ver discussão detalhada em Martins, 1997), o que reforça esta interpretação.

Quanto às idéias evolutivas de Morgan, no período considerado, ele aceitava principalmente a evolução saltacional, onde a seleção natural teria uma ação mais restrita. Esta posição pode em parte ser explicada a nível conceitual, pois ele se baseou nas evidências obtidas em seus estudos sobre regeneração e nas evidências encontradas por De Vries em *Oenothera*. A evolução saltacional oferecia uma explicação mais satisfatória para a ausência de formas intermediárias no registro paleontológico.

Apesar de vários pontos fracos, a atitude de Morgan era cientificamente defensável, até 1910. Os motivos de sua mudança brusca, naquilo que se refere à teoria mendeliana-cromossômica, foram fatores extra-científicos que esclarecemos em outro estudo (Martins, 1998). No entanto, essa mudança não foi acompanhada de uma aceitação da teoria darwiniana da seleção natural, que só mais tarde ele conseguiu conciliar com a genética mendeliana.

## 7 AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES), que permitiu o desenvolvimento da presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, Garland E. Thomas Hunt Morgan and the problem of sex determination:1903-1910. *Proceedings of the American Philosophical Society* **110**: 48-57, 1966.
- . Thomas Hunt Morgan and the problem of natural selection. *Journal of the History of Biology* **1**: 113-139, 1968.

- . Hugo de Vries and the reception of the ‘mutation theory’. *Journal of History of Biology* **2**: 55-87, 1969.
- . *Thomas Hunt Morgan. The man and his science*. Princeton: Princeton University Press, 1978.
- . Morgan, Thomas Hunt. Vol 4, pp. 515-526, in: GILLESPIE, Charles C. (ed.). *Dictionary of scientific biography*. New York: Charles Scribner’s Sons, 1981.
- BATESON, William. *Materials for the study of variation treated with special regard to discontinuity in the origin of species* [1894]. Baltimore: Johns Hopkins, 1992.
- CARLSON, Eloff A. The Drosophila group: The transition from the Mendelian unit to the individual gene. *Journal of the History of Biology* **7**: 31-48, 1974.
- CASTLE, William Ernest. The heredity of sex. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* **40** (4): 190-218, 1903.
- . Morgan on Evolution and adaptation. *The American Naturalist* **38** (449): 398-399, 1904.
- CHILD, Charles Manning. Experimental Zoology. [Review]. *Science* [New Series] **26** (276): 824-829, 1907.
- CONKLIN, Edwin G. Regeneration. [Review]. *Science* [New Series] **15** (381): 620-23, 1902.
- . Experimental Zoology. [Review]. *Science* **27** (682): 139-140, 1908.
- DUNN, Leslie C. *A short history of Genetics. The development of some of the main lines of thought: 1864-1939*. Ames: Iowa State University Press, 1991.
- 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).
- DEAN, Bashford. Evolution and adaptation. *Science* **19** (475): 221-225, 1904.
- DE VRIES, Hugo. *The mutation theory. Experiments and observations on the origin of species in the vegetable kingdom* [1902-1903]. Trad. J. B. Farmer e A. D. Darbishire. Chicago: Open Court Publishing Co, 1909-1910. 2 vols. New York: Kraus Re-

- print Co., 1969.
- FULLER, M. B. Thomas Hunt Morgan papers at the American Philosophical Society. *Mendel's Newsletter* (21): 6-8, 1981.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. [Tese de Doutorado] Campinas: UNICAMP, 1997.
- . Thomas Hunt Morgan e a teoria cromossômica: de crítico a defensor. *Episteme* 3 (6): 100-126, 1998.
- . William Bateson: da evolução à genética. *Episteme* (8): 67-88, 1999.
- . Hugo de Vries y evolución: la teoría de la mutación. Pp. 259-266, in: RODRÍGUEZ, Víctor & MENNA, Sérgio. (eds.). *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las X Jornadas*. Vol. 6, nº 6. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2000.
- . Um achado inusitado no laboratório de Morgan: a *Drosophila* de olhos brancos. Pp. 227-256, in: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria & BELTRAN, Maria Helena Roxo (orgs). *O laboratório, a oficina e o ateliê: a arte de fazer o artificial*. São Paulo: EDUC, 2002.
- . 'Materials for the study of variation', de William Bateson: um ataque ao darwinismo? Pp. 259-282, in: MARTINS, Lilian A.-C. P., REGNER, Anna Carolina K. P. & LORENZANO, Pablo (eds.). *Ciências da vida: Estudos filosóficos e históricos*. Campinas: AFHIC, 2006.
- MIVART, St. Jacques George. *The genesis of species*. New York: Appleton, 1871.
- MORGAN, Thomas Hunt. Some problems of regeneration. Pp. 193-207. In: *Biological lectures delivered at the Marine Biological Laboratory of Woods Hole in the Summer Session of 1897 and 1898*. Boston: Ginn & Co., 1899.
- . *Regeneration*. New York: Macmillan Company, 1901.
- . *Evolution and adaptation*. New York: Macmillan, 1903 (a).
- . Recent theories in regard to the determination of sex. *Popular Science Monthly* 64: 97-116, 1903 (b).
- . The male and female eggs of Phylloxerans of the hickories.

- Biological Bulletin* **10**: 201-206, 1905.
- . Sex determining factors in animals. *Science* **25**: 382-384, 1907 (a).
- . *Experimental Zoology*. New York: Macmillan, 1907 (b).
- . The production of two kinds of spermatozoa in Phylloxerans. Functional “Female production and rudimentary spermatozoa”. *Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine* **5**: 56-7, 1908.
- . What are ‘factors’ in Mendelian explanations? *American Breeder’s Association. Report* **6**: 365-368, 1909 (a).
- . Sex determination and parthenogenesis in Phylloxerans and Aphids. *Science* **29**: 234-237, 1909 (b).
- . A biological and cytological study of sex determination in Phylloxerans and Aphids. *The Journal of Experimental Zoology* **7** (2): 239-351, 1909 (c).
- . Chromosomes and heredity. *American Naturalist* **44**: 449-96, 1910 (a).
- . Chance or purpose, in the origin and evolution of adaptation. *Science* **31** (780): 203-204, 1910 (b).
- . *A critique of the theory of evolution*. Princeton: Princeton University Press, 1916.
- MULLER, Herman Joseph. Edmund B. Wilson – an appreciation. *American Naturalist* **77**: 5-37, 142-72, 1943.
- VAN BALEN, Gerritt. Conceptual tensions between theory and program: the chromosome theory and the Mendelian research program. *Biology and Philosophy* **2** (4): 435-461, 1987.
- VAN DER PAS, Peter. Vries, Hugo de. Vol. 14, pp. 95-105, in: GILLISPIE, Charles C. (ed.). *Dictionary of scientific biography*. New York: Charles Scribners Sons, 1981.



## **A observação e a experiência nas obras de história natural do século XVIII segundo Jean Senebier (1742-1809)**

**Maria Elice Brzezinski Prestes\***

### **1 INTRODUÇÃO**

Desde o início da década de 1750, o naturalista Charles Bonnet (1720-1793), de Genebra, apontava para a necessidade de uma discussão sobre “como a arte de observar pode contribuir à perfeição do espírito” (Marx, 1974, p. 203). Ao filiar-se à Sociedade Real Holandesa de Ciências, em Haarlem, em 11 de maio de 1765, Bonnet propôs esse tema para os concursos anuais que a Sociedade realizava desde um ano após sua fundação, em 1752. A sugestão foi acolhida e, em 1768, o concurso foi dirigido para um ensaio que respondesse a questão: “O que é necessário na arte de observar e em que ela contribui à perfeição do entendimento?” (Duchesneau, 1982, p. 404).

Uma menção honrosa foi atribuída ao ensaio apresentado por Jean Senebier (1742-1809)<sup>1</sup>. Como prêmio, o ensaio foi publicado pela

---

\* Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Pós-Doutorado FAPESP. Endereço residencial: Rua Rodésia, 361, ap. 42, Vila Madalena, São Paulo, SP, 05435-020. E-mail: eprestes@dialdata.com.br

<sup>1</sup> O primeiro lugar foi obtido por Benjamin Samuel Georges Carrard, cujo *Essai sur cette question: Qu'est ce qui est requis dans l'art d'observer, & jusques-ou cet art contribue-t-il à perfectionner l'entendement?* foi publicado em edição bilíngüe (holandês e francês) em 1771, seguindo-se reedição, em francês, em 1777 (edição eletrônica disponível na biblioteca eletrônica *Gallica* da Bibliothèque Nationale de France, <http://gallica.bnf.fr>).

revista da sociedade, em 1772<sup>2</sup>. Escrito enquanto era pastor em Chancy, uma localidade nas cercanias de Genebra, esse ensaio é considerado a primeira incursão científica de Senebier<sup>3</sup>. Alguns anos depois, Senebier lançou uma versão ampliada do ensaio no formato de um livro intitulado *L'art d'observer (A arte de observar)*, publicado em 1775. Demonstrando a permanência do tema e a necessidade do acerto de contas com questões ainda não totalmente esclarecidas, Senebier publicou, depois de longo período de maturação, em 1802, uma edição ainda mais ampliada, cujas modificações examinaremos a seguir. O próprio título foi alterado para o que o autor considerou ser mais modesto, por introduzir o termo “ensaio”: *Essai sur l'art d'observer et de faire des expériences (Ensaio sobre a arte de observar e fazer experiências)*.

Estudar as diferenças que constam nessas versões para um mesmo acorde de notas é acompanhar, de um ponto de vista privilegiado, a maturação de um conjunto de temas centrais para se pensar a conceituação do método de estudo dos naturalistas do século XVIII.

## 2 O PESQUISADOR SENEBIER

À época da premiação, Senebier iniciava a carreira de estudioso da natureza. Passou a ter contato com naturalistas de Genebra, como Abraham Trembley (1710-1784) e o próprio Charles Bonnet (Pilet, 1962, p. 305; Huta, 1994a, p. 211). Também nesse momento começou a realizar seus próprios estudos em história natural. Ao longo de sua vida, publicou memórias e livros sobre temas diversos, com preponderância em Fisiologia vegetal<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Publicado em edição bilíngüe, holandês e francês, como: "Réponse à la question: Qu'est-ce qui est requis dans l'art d'observer? Et jusques où cet Art contribue-t-il à perfectionner l'entendement" *Verhaudelingen uitgegeeven door de Hollandsche Maatschappye der Weetenschappen te Haarlem* 13, Stuk 2 (1772): 2-170.

<sup>3</sup> O próprio Senebier afirma ter escrito o ensaio no ano de 1769 (Senebier, 1802, tome I, 1<sup>o</sup> Partie, p. 10-11). Antes dele, havia produzido manuscritos teológicos como a *Dissertatio de polygamiâ* para ordenar-se Pastor da Igreja de Genebra, em 1765. Na mesma época, produziu um texto literário, *Contes moraux*, publicado em 1770 (Pilet, 1962, pp. 304-5).

<sup>4</sup> Além de ter publicado estudos sobre meteorologia, vulcões e higrômetros, entre

Senebier procurava conhecer o fenômeno natural em termos causais: “em todos os casos, é preciso descobrir a causa dos efeitos” (Senebier, 1802, tome I, 1<sup>e</sup> Partie, p. 5). Buscava explicações “químicas” e “mecânicas”, considerando a química um instrumento valioso para a pesquisa do funcionamento dos seres vivos. Em seus numerosos experimentos para estudar as trocas gasosas entre as plantas e a atmosfera, partiu de noções da época, como a do flogisto, e incorporou, mais tarde, a linguagem da nova química de Lavoisier (Legée, 1991, p. 310; Kim, 1995, p. 49)<sup>5</sup>.

A par desses estudos, Senebier passou a contar com o acesso a grande volume de obras de história natural quando assumiu o posto de bibliotecário da Biblioteca da República de Genebra, em 1773<sup>6</sup>. Essas leituras lhe forneceram um leque amplo das observações e experiências que ilustravam o modo pelo qual trabalhavam os naturalistas contemporâneos. O italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) foi um dos autores mais destacados por Senebier como modelo

suas obras destacam-se *Physiologie végétale, contenant une description des organes des plantes, & une exposition des phénomènes produits par leur organization* (5 vols., Genève: J. J. Paschoud, 1800); *Mémoires physico-chimiques, sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres dès trois règnes de la nature, & sur-tout ceux du règne vegetal* (3 vols., Genève: Barthelemi Chirol, 1782). Senebier também escreveu um *Essai de téléologie* que permaneceu inédito (Huta, 1994b).

<sup>5</sup> “Mémoires sur le phlogistique, considere comme la cause du développement de l'avie et de la destruction de tous les êtres dans les trois régnes”. *Observations sur la physique*, 8 (1776): 25-37; *Ibid.* 9 (1777): 97-104 & 366-76; *Ibid.* 11 (1778): 326-38. Senebier passou a adotar a linguagem da nova química ao escrever o terceiro volume de experimentos em fisiologia vegetal, *Expériences sur l'action de la lumière solaire dans la végétation* (Genève: Barde, Manget & Companie, 1788) e em verbetes relativos à Fisiologia vegetal no tomo 1, intitulado “Florestas e Bosques”, da *Encyclopédie méthodique* de Panckhoucke, de 1791. Os verbetes mais importantes escritos por Senebier são: ar, folha, luz, nutrição, fisiologia, orvalho (Legée, 1991, p. 316).

<sup>6</sup> A biblioteca foi criada junto com o Colégio Calvino, em 1559, e dispunha, à época de Senebier, de cerca de 30 mil volumes (Kim, 1995, p. 35). Em função desse cargo, Senebier publicou *Catalogue raisonné des manuscrits conservés dans la Bibliothèque de la Ville & République de Genève* (Genève, Barthelemi Chirol, 1779) e *Histoire littéraire de Genève* (3 vols., Genève, Barde, Manget & Companie, 1786).

a ser seguido na arte de observar. Seu entusiasmo com os estudos de Spallanzani levou-o a traduzir ao francês algumas de suas obras – sobre digestão, geração e respiração – o que deu ensejo à intensa relação epistolar entre ambos, mantida por 23 anos (Prestes, 2004). Acrescentando notas e apresentações em parte dessas traduções, Senebier aproveitou para expandir sua reflexão sobre o modo através do qual os seres vivos eram investigados naquele século<sup>7</sup>.

Assim, em meio a suas pesquisas sobre a fisiologia de plantas e outros temas, a suas traduções de Spallanzani, a suas atividades junto à biblioteca, Senebier manteve, ao longo de praticamente toda a sua carreira, o interesse na reflexão sobre o método empregado pelos naturalistas. Perseguiu o objetivo de revisar e expandir o ensaio premiado, debatendo a estruturação de dois conceitos, a observação e a experiência. Como resultado, publicou, em formato de livro, as duas novas edições do trabalho inicial, de que nos ocuparemos agora.

### 3 DUAS EDIÇÕES PARA A ARTE DE OBSERVAR

O ensaio inicial, curto e conciso, era pouco mais que uma lista de idéias. Seis anos depois de ter sido escrito, o estudo de Senebier aparece publicado em um livro agora intitulado *L'art d'observer*, em 1775. Este livro, avolumado para cerca de 300 páginas, foi enriquecido por maior desenvolvimento dos argumentos e, principalmente, maior número de exemplos de observações e experiências retiradas das obras dos observadores “mais célebres” do

---

<sup>7</sup> Senebier redigiu três longos ensaios acrescentados às traduções de Spallanzani. Esses textos contêm discussão metodológica sobre os procedimentos de observação e experiência de Spallanzani e comparações com resultados e procedimentos encontrados em outros autores do período. São eles: SENEBIER, Jean. *Considérations sur la méthode suivie par Monsieur l'Abbé Spallanzani dans ses expériences sur la digestion*. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Expériences sur la digestions de l'homme et de différentes espèces d'animaux*. Genève: Barthelemi Chirol, 1783. P. I-LXXI. SENEBIER, Jean. *Une ébauche de l'histoire des etres organisés avant leur fécondation*. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Expériences pour servir à l'histoire de la génération des animaux et des plantes*. Genève: Chez Barthelemi Chirol, 1785. P. i-xcvi. SENEBIER, Jean. *Introduction*. In: SPALLANZANI, Lazzaro. *Opuscules de physique animale et végétale*. Pavia/Paris : Pierre J. Duplains, 1787. T. II, p. 313-350.

período.

A principal diferença, portanto, entre o ensaio e esta primeira publicação em livro é a de que, embora seja mantido o foco no *modo* como eram obtidos os conhecimentos sobre os seres vivos naquele século, aparece, e quase na mesma medida, como que um compromisso de compilar esses mesmos conhecimentos. O próprio Senebier ressalta esse empenho, em passagens do texto como a que se segue:

É preciso comparar aqui o estado das ciências antigas com o das modernas, reunir todas as descobertas, seguir os trabalhos dos astrônomos, dos geógrafos, dos anatomistas, dos médicos, dos mineralogistas; penetrar nos gabinetes de física experimental, de história natural, nos jardins de botânica e nos laboratórios dos artistas. É preciso contar os fatos encontrados ou explicados, as verdades novas que encontramos na natureza, os erros que dissipamos, os preconceitos que vencemos. [...] Os progressos rápidos das ciências nestes dois últimos séculos são os frutos da observação. (Senebier, 1802, tome I, 1<sup>e</sup> Partie, p. 18)

Senebier ainda não se sentiu satisfeito com a publicação de 1775. Em carta a Spallanzani no ano seguinte, anunciando a remessa que lhe fará do livro, insinua a falta de vivência própria em pesquisa:

Seria mais vantajoso, talvez, para mim, não enviar a minha obra, até que eu tivesse escrito perfeitamente sobre a arte de observar, e eu estou infinitamente longe da perfeição [...] Eu faço o sacrifício de meu amor próprio; o Sr. verá, tão logo leia meu [livro sobre a] arte de observar, que eu mal conheço os elementos e que eu talvez me assemelhe a um cego que quer falar de cores. (Carta de Senebier a Spallanzani, de 04 de dezembro de 1775, *in* Spallanzani, 1987, p. 28)

Ainda que Senebier esteja insatisfeito, Spallanzani elogia exatamente essa “imensa erudição e estudo consumado de numerosos autores” (carta Spallanzani a Senebier, de 12 de maio de 1777, *in* Spallanzani, 1987, p. 53)<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Spallanzani retoma a sugestão oito anos depois, como nesta carta de 3 de abril de 1795: “As luminosas e surpreendentes descobertas feitas nestes últimos tempos na Física, na História natural e na Química demandam um considerável acréscimo em seu livro sobre a Arte de observar” (Spallanzani, 1987, p. 357).

De qualquer forma, esse mesmo aspecto de compilação das descobertas daquele século é ainda mais forte na segunda edição em formato de livro, de 1802, o *Essai sur l'art d'observer et de faire des expériences* (a partir de agora nomeado apenas *Essai*). De fato, a grande diferença nesta edição reside, novamente, na extensão, e decorre do aumento da erudição de Senebier, acumulada ao longo dos 27 anos que separam as duas edições<sup>9</sup>. Ele pretendeu que fosse um tratado o mais completo possível. Ampliou-o para três tomos e cerca de mil páginas e assim justifica seu intento:

As obras de história natural impressas desde 1775, as observações numerosas de bons observadores que foram publicadas, os progressos consideráveis das ciências e das artes, sobretudo aqueles da química e da física oferecem uma colheita abundante de idéias e de fatos que seria impossível deixar no esquecimento. (Senebier, 1802, tome I, 1<sup>e</sup> Partie, p. 11)

Indicaremos, mais adiante, os temas dessas inserções. Discutiremos então, também, a motivação que, acreditamos, levou Senebier a ocupar-se dessa reunião dos conhecimentos novos, indo além do propósito inicial de descobrir e expor “as regras e fórmulas” da arte de observar.

Além do acréscimo do ainda maior número de exemplos, o *Essai* difere do *L'art d'observer* por algumas exclusões significativas. Vamos apresentá-las como decorrentes, em certa medida, de uma mudança na ambição do autor em relação à obra.

No *L'art d'observer*, Senebier pretendia, conforme explicitava na introdução, formular a arte da observação de modo que pudesse ser *universalmente* aplicada, promovendo, em suas palavras, uma “revolução da mente humana”<sup>10</sup>. A arte de observar foi apresentada

---

Em carta de 29 de maio de 1795, insiste para que Senebier dê “maior volume com o acréscimo das novas descobertas” (Spallanzani, 1987, p. 341).

<sup>9</sup> Grmek chega a definir o livro como “uma história muito vívida das descobertas científicas do século XVIII, recontada de maneira original” (Grmek, 1982, p. 338).

<sup>10</sup> Neste aspecto Senebier confirma a inspiração que declara ter encontrado em Bonnet para escrever seu ensaio. No prefácio do primeiro volume de *Essai analytique sur les facultes de l'âme*, Bonnet escreve: “O espírito de observação

por Senebier como o instrumento do naturalista, do literato, do artista, do negociante e das pessoas comuns, pois “todos os momentos da vida impõem aos homens a obrigação de vigiar a si mesmos” (Senebier, 1802, tome I, 1<sup>e</sup> Partie, p. 3).

No *Essai* esse objetivo aparece mais circunscrito. Senebier almeja ao livro um caráter pedagógico, o de ensinar a boa arte de observar, mas, desta vez, *apenas* ou mais especificamente aos estudiosos da natureza. Além de o próprio autor alegar propósitos mais modestos, consideramos que os capítulos excluídos da edição de 1802 fortalecem essa interpretação. Nove capítulos, tratando da arte de observar em outras áreas, foram removidos. As discussões em metafísica, cosmologia, teologia natural, teologia revelada, moral e “crítica” (ou seja, literatura) deram lugar às novas descobertas do século, especialmente em química e agricultura. Restou apenas alguma discussão sobre as artes em geral, cujo foco incide sobre as artes mecânicas.

Além dos acréscimos e exclusões mencionadas, resta apontar as permanências entre as duas edições<sup>11</sup>. Estas permanências é que nos levam a tomar as duas publicações em livro como edições alteradas, mas de uma mesma obra. As regras e noções gerais sobre a arte de observar permanecem, em geral, as mesmas. Além disso, a própria estrutura da obra permanece essencialmente a mesma. Nas duas edições, a obra apresenta a mesma divisão em cinco partes. Elas se distribuem conforme os três papéis que Senebier considera serem vividos pelo observador, em momentos sucessivos da investigação: “antes da observação, enquanto observa e depois que observa” (Senebier, 1802, tome I, 1<sup>e</sup> Partie, p. 22).

A primeira parte do texto descreve o que Senebier indica pertencer a uma *etapa anterior* à observação. Trata aí do que

---

não se restringe a um só gênero. Ele é o espírito Universal das Ciências e das Artes” (Bonnet, 1760, apud Ratcliff, 1994, p. 52).

<sup>11</sup> A comparação poderia seguir adiante, tratando das diversas repetições dos assuntos ao longo da obra, das retomadas de uma mesma discussão em momentos distintos do texto, das inconsistências. Esses aspectos testemunham certa imperfeição do plano geral da obra que já foi indicada na historiografia (ver, por exemplo, Huta, 1997, p. 191).

denomina “qualidades” do observador e que se referem aos conhecimentos requisitados para o desenvolvimento das habilidades requeridas à observação. Na primeira edição, só há as matemáticas; na segunda, são incluídas como úteis ao observador a física geral (física propriamente dita) e particular (relativa aos assuntos da atual química), as artes e a metafísica. A segunda edição introduz um capítulo extra sobre as ditas qualidades do observador (paciência, atenção, dedicação e constância no observar), todas elas mencionadas na edição anterior, mas em passagens espalhadas pelo texto<sup>12</sup>. Nas duas edições trata similarmente do emprego de instrumentos utilizados na observação (termômetros etc.) e do comportamento do sábio em relação a manter a sua capacidade de duvidar ou, como renomeia em 1802, o seu ceticismo. Também aborda em ambas as edições o problema da escolha do objeto de investigação.

A parte dois é voltada às regras que devem ser seguidas *durante* a observação<sup>13</sup>. Nesta sessão, Senebier destaca o papel da repetição das observações e experiências sob as mesmas condições, bem como o modo como devem sofrer variações ao longo de uma série, temas de que já tratamos em outra oportunidade (Prestes, 2003).

As partes três, quatro e cinco são dedicadas ao que Senebier considera *etapas posteriores* à observação. Na parte três, trata do relato, ou, segundo seus termos, do “desenho do quadro da natureza”. Expõe sobre o modo como o naturalista deve publicar as observações, como deve descrever, definir e classificar as descobertas da história natural. Na edição de 1802, não por acaso, e como um indicativo a mais do perfil de compilação que sua própria

---

<sup>12</sup> Como em outros casos, ao redigir um capítulo novo para concentrar o tratamento de um assunto, Senebier não eliminou as passagens anteriores, espalhadas ao longo do texto. Em decorrência disso, as retomadas do mesmo tema, as repetições que viciavam o plano do livro em 1775, agravaram-se na edição de 1802.

<sup>13</sup> Os 16 capítulos da edição de 1775 permanecem na edição de 1802 com ligeiras alterações nos títulos apenas. A ordem entre eles também é mantida, à exceção de dois capítulos que são deslocados. São acrescentados seis novos pequenos capítulos voltados para: os caracteres distintivos da observação, as disputas e exame de opiniões distintas, os erros cometidos e os fatos inexplicáveis pela observação.

obra assume, acrescenta um pequeno capítulo dedicado às compilações de história natural<sup>14</sup>.

A parte quatro do livro, é dedicada ao momento em que o naturalista deve realizar a interpretação da natureza, como deve explicar os fenômenos, como deve seguir regras (seguindo modelo newtoniano) para essas explicações, como deve fazer o uso da indução, da analogia, de leis gerais, de hipóteses e do método analítico. Na edição de 1802, Senebier introduz pequenos capítulos voltados à discussão sobre as conjecturas, sobre o método sintético, sobre os sistemas (isto é, teorias) e sobre as opiniões incertas<sup>15</sup>.

A parte cinco é a que mais sofreu modificações na edição de 1802. Já mencionamos que daqui Senebier excluiu capítulos que não tratavam de exemplos das ciências naturais. Em seu lugar, introduziu as novas descobertas e retomou as reflexões gerais sobre as regras da arte de observar, voltando-as, agora, para o caso específico da experiência. Este último foco indica a importância crescente do tema da experiência para o autor. Contudo, também já mencionamos, o que se nota é que não são introduzidas regras novas. Embora procure salientar a distinção entre observação e experiência, são os mesmos aspectos já isolados na observação que agora são exemplificados na experiência.

A retomada da discussão metodológica orbita em torno da questão da repetição. A repetição tomada com o objetivo de obter maior grau de certeza ou de evitar erros não era um tema novo entre os autores do período (Kim, 1995, p. 79). Está presente mesmo entre os que estudam os animais ou plantas, como Georges-Louis Leclerc de

---

<sup>14</sup> Como exemplos, Senebier menciona as obras de Aristóteles, Plínio, Aldrovandi, Bomare e o *Spetacle de la nature*. Fornece os critérios que se deve atender numa compilação, pois, segundo alerta, os compiladores podem não ter estudado bem os assuntos de que tratam, podem adotar tudo o que encontram, sem discernimento, podem não comparar os retratos que compilam com a própria natureza, podem não corrigir as falhas de plano ou organização, podem crer-se livres de responsabilidade se indicam suas fontes, podem propagar o erro e torna-lo ainda mais perigoso porque recoberto de autoridade (Senebier, 1802, tome II, III<sup>e</sup> Partie, p. 64).

<sup>15</sup> São acrescentados quatro capítulos aos 13 originais; entre os capítulos originais, há apenas uma inversão de dois deles que são mudados de lugar.

Buffon (1707-1788) ou o médico Albrecht von Haller (1708-1777). Em Spallanzani, a repetição ainda é tomada como o meio pelo qual se pode decidir entre pontos de vista controversos. Um aspecto realçado nesta obra de Senebier, é o de que a repetição também é uma forma de encontrar fenômenos novos, não conhecidos antes. Além disso, a repetição também assume caráter de recurso didático, pois, Senebier acredita, o meio de o iniciante aprender as regras da observação e da experiência é o da repetição dos procedimentos adotados pelos observadores mais célebres.

Ao longo do livro, Senebier também procurou estabelecer as etapas sucessivas da investigação. Em resumo, os três momentos metodológicos propostos pelo autor podem ser apresentados contendo os seguintes aspectos:

1. Preparação do observador, articulada a partir da noção de erudição e da repetição das observações feitas por outros naturalistas. Planejamento do dispositivo experimental.
2. Realização da observação e da experiência. Repetição da observação e experiência sob as mesmas condições. Repetição com variação de condições. Minimização de perturbações exteriores, item que envolve a atenção prestada às condições naturais do objeto sob investigação, seja na natureza, seja sob manipulação, no “laboratório”.
3. Apresentação dos resultados obtidos. Discussão e interpretação dos resultados. Eliminação de hipóteses alternativas. Elaboração de leis e teorias.

#### **4 OBSERVAÇÃO E EXPERIÊNCIA**

Como vimos, na edição ampliada de 1802, Senebier caminha um pouco além na trilha que busca as conexões entre o campo da observação e o campo do experimento. Refletindo uma herança baconiana, Senebier distingue o “filósofo observador” do “filósofo que faz experiências”:

O segundo não espera as respostas da natureza; ele as solicita por sua importunação e violência; ele imagina as questões para as quais procura a solução; ele inventa os meios de obtê-la; ele se aproveita, por assim dizer, da conversação com a natureza. (Senebier, 1802,

tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 3)

É assunto da experiência tudo o que é obtido por meio de preparações artificiais ou por violência impingida aos seres. Um anatomista que usa o escalpelo, ou usa fluidos coloridos em plantas e animais, para ver melhor as partes do corpo, segundo Senebier, está observando. Ainda que afirme que a observação não possa ser separada da experiência, ressalta que o experimento começa quando novos efeitos são produzidos pela introdução de combinações desconhecidas da natureza. E talvez por querer apenas focar sobre esse aspecto de intervenção ativa do experimentador sobre o curso normal da natureza, Senebier se serve de exemplos singelos como o que se lê a seguir:

Quando se trata de aprofundar sobre os órgãos dos animais, apenas a visão do animal e de suas partes não indica o seu papel e a maneira como o executam; é preciso tirá-lo de seu estado natural para descobrir como esse papel opera. Spallanzani revira o ouriço do mar para descobrir se ele retorna à posição normal por meio de seus espinhos ou de seus tentáculos, e ele viu que os espinhos não tinham outra função que a de se afastarem para deixar mais fácil aos tentáculos se moverem. (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 3)

Na mesma linha, e associado a considerações sobre a aplicação de saberes úteis, vemos este outro exemplo, agora retirado da obra de outro autor citado recorrentemente nas duas edições do livro, o francês René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1767).

Quando Reaumur descobriu, pela experiência, que o frio retardava o desenvolvimento das crisálidas, por retardar a evaporação de seus humores, ele pensou que poderia conservar os ovos frescos, envernizando-os, e essa experiência justificou a solidez de sua suposição. (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 5)

A noção de intervenção na natureza aparece mais claramente ainda, argumenta Senebier, nos procedimentos químicos. Os químicos são os que mais combinam corpos que não têm relações naturais entre si, “distorcendo” a natureza. No entanto, alerta Senebier, o “químico raciocinará mal sobre a constituição das montanhas em seu laboratório, se ele limitar-se a essas análises”

(Senebier, 1802, Tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 5). Ele deve, em sua opinião, associá-las às observações das rochas na própria natureza. Aqui está presente a discussão sobre a artificialidade produzida no laboratório, que reaparece em diversos exemplos de estudo de animais. Também está em pauta a atenção que o observador deve ter em comparar os efeitos alterados com os que ocorrem quando a natureza é deixada a operar por si mesma.

Como já mencionamos, Senebier considera a história natural como o estudo das causas e das relações entre os fenômenos. Ou seja, ainda que evolua em seu pensamento para elaborar mais detalhadamente a distinção entre a observação e a experiência, é preciso ressaltar que para ele não há separação rígida ou exclusão mútua entre história natural observacional e fisiologia experimental. Para conhecer a causa dos fenômenos, o observador precisa fazer experimentos. Mas, alerta: “todos os experimentos são subordinados à observação, sem a qual eles seriam mal feitos ou se tornariam inúteis” (Senebier, 1802, Tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 2).

A continuidade entre observação e experiência, contudo, ocorre em paralelo com uma valorização, mais explícita em 1802, da segunda sobre a primeira. Ao inventariar os observadores da Antiguidade, Senebier toma como “praticamente os únicos botânicos” desse período, Teofrasto e Dioscórides (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 139). Mas considera superior a obra de Teofrasto, por acrescentar “traços fisiológicos que mostram que a natureza era o livro que ele lia e que ele soube, algumas vezes, entender” (*idem*). Em contraste, Dioscórides é interpretado como “mais um dispensário do que uma obra de botânica” (*idem*).

Temos então a expressão plena deste *Essai*. O seu autor o pretende como um guia pedagógico das regras a serem seguidas pelo naturalista na observação e experiência. Segundo nos parece, a discussão do método na edição de 1802 se equivale, em extensão e relevância, à enumeração dos conhecimentos. Da busca da determinação das regras do entendimento em 1775, no *L'art d'observer*, Senebier passou à composição de um tratado completo e especialmente voltado aos naturalistas.

É hora de retomarmos a razão que, a nosso ver, explica a mudança

do projeto inicial. Já vimos que Senebier considera que o melhor meio de aprender as regras do método é o de seguir os passos dos observadores, repetindo suas observações e experiências. Ora, essa repetição não poderia ser ela mesma aleatória. Ela deveria ser orientada pelo trabalho dos “bons” observadores. Aqueles aos quais Senebier credita terem desenvolvido o modelo que, ele próprio, não fez mais que descrever. Daí, acreditamos, eleva-se em Senebier o compromisso pedagógico de indicar os exemplos a serem seguidos, e, por conseguinte, também a serem evitados. Com os casos de que se serviu para ilustrar suas idéias, acreditamos também, podemos alinhar o caráter duplo que vimos atribuindo à obra, qual seja, de normatização metodológica e reunião de conhecimentos novos.

## 5 OS OBSERVADORES E EXPERIMENTADORES

Vimos que Senebier pretendia que seu livro fornecesse as regras que deviam ser seguidas para a observação e experiência. Entre elas, está a de repetir o que foi feito por naturalistas já notórios. Assim, ao longo de toda a obra, é constante a preocupação de Senebier em apresentar um mapa dos autores que devem ser visitados por quem está iniciando uma carreira de naturalista.

Encontramos a arte de observar praticada de uma maneira distinta nas obras dos grandes observadores; seus exemplos podem servir, de uma só vez, de preceito e de modelo. (Senebier, 1802, Tome I, 1<sup>o</sup> Partie, p. 8)

Embora mencione com freqüência exemplos de estudos físicos e químicos, que têm em Newton e Lavoisier os modelos, cita Franklin, Beccari, Priestley entre outros. Mas é significativamente maior o número de menções aos estudiosos de animais e plantas. Sobrepõe-se a isso que os nomes citados mais amiúde são de pessoas ligadas a um círculo de relações formado em torno de Charles Bonnet, como Abraham Trembley, Desaussure (Horace-Bénédict de Saussure, 1740-1799), Spallanzani, Haller, François Huber (1750-1831), além de outros por eles citados, como é o caso dos franceses Réaumur, Pieter Lyonnet (1707-1789) e Duhamel (Henri-Louis Duhamel Du Monceau, 1700-1782). Também aparecem nomes da segunda metade

do século XVII, dos quais traça a herança da arte de observar, como Jan Swammerdam (1637-1680) e Marcello Malpighi (1628-1694). Além disso, a sua seleção reflete também a escolha de autores que tratam de temas de História Natural, Fisiologia de plantas, Química e Agricultura e que são, não por acaso, os mesmos de suas próprias pesquisas.

Na edição de 1802, Senebier introduziu um capítulo especialmente voltado para indicar “aos jovens os modelos que eles devem seguir” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 136) ao iniciarem a carreira de naturalistas. Embora afirme não pretender oferecer uma lista exaustiva dos autores que já são célebres em sua época, Senebier vai pouco além dos que já vinha citando ao longo dos tomos iniciais.

Há nesse capítulo, contudo, duas novidades. Uma delas é uma digressão histórica. A outra é uma proposta de classificação de cinco diferentes tipos de *observadores* da natureza.

Veamos a primeira. Muito brevemente, Senebier ocupa-se em indicar os observadores da natureza entre os antigos, que considera terem sido “muito raros [...] eles pouco estudaram os fenômenos em seus detalhes; preferiram a pesquisa de o que lhes parecia o mais útil na ciência e abandonaram o resto” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 137). Quando se dedicaram ao estudo da natureza, segundo pensa Senebier, ocuparam-se em geral com os objetos próximos e úteis.

O homem doente lhes forneceu médicos; a necessidade de procurar remédios aos males que observavam gerou botânicos; a necessidade de fixar a cronologia lhes rendeu astrônomos; os cultivos que interessam tanto à prosperidade dos estados lhes deram agricultores esclarecidos; as belas-artes de que faziam objeto de seus prazeres os fez estudarem os espetáculos da natureza [...] e souberam apreendê-la e a colocaram à vista em sua escultura, sua pintura e sua poesia. (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 138)

Cada um desses casos é exemplificado por Senebier<sup>16</sup>. Mas é

---

<sup>16</sup> Para Senebier, Arquimedes e Heron de Alexandria estão entre os poucos que fizeram experiências propriamente ditas (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 141).

Aristóteles quem recebe a menção mais longa e detalhada. Senebier recomenda enfaticamente a leitura, “sem preconceitos”, das obras de física de Aristóteles, enumerando as razões para tal: “elas encerram uma grande quantidade de observações bem feitas, reúnem uma enorme quantidade de fatos observados com exatidão” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 142). Desses fatos, Aristóteles soube, continua Senebier, “fazer algumas generalizações e tirar conseqüências luminosas” (*idem*). Em seguida, o autor faz uma relação das contribuições de Aristóteles para a história natural:

Ele soube oferecer à posteridade, em sua história dos animais, o plano filosófico de uma obra que deveria ser aperfeiçoada e aplicada às outras produções da natureza. Ele não fornece o plano de todos os animais, mas faz a história da animalidade; ele apresenta a mesma parte de todos os animais sob os pontos de vista diferentes que ela pode oferecer; nós encontramos em capítulos particulares a descrição de todas as cabeças, de todos os olhos, de todas as bocas, de todos os estômagos, etc., que as diferentes espécies possuem; nós distinguimos os belos detalhes anatômicos; nós percebemos o germe e mesmo o desenvolvimento de diversas descobertas feitas pelos naturalistas modernos, que não imaginaríamos terem sido previstas por Aristóteles. (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, pp. 142-143)

Senebier segue oferecendo uma pequena lista dessas contribuições aristotélicas cuja leitura considera não ser “perda de tempo”. Interessante notar aqui um caso único ao longo dos três tomos da edição de 1802. Ao final da introdução Senebier havia alertado para o fato de que não citaria as obras, mas apenas os autores de cujos exemplos se serviria, pois eram todos “bem conhecidos”. No entanto, ao deter-se aqui em Aristóteles, Senebier faz acompanhar em notas de rodapé o capítulo, livro e obra do sábio grego em que se encontram as descobertas que está relatando<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> “Não sabemos que esse gênio vasto teve idéias sobre a sexualidade das plantas, assim como seu discípulo Teofrasto; (a) que ele notou o estiolamento e procurou explicá-lo; (b) que ele tomou o calórico como a causa da evaporação (a); que ele viu na evaporação das águas a origem dos rios e das fontes (b). Ele dá a descrição dos ovos chocados desde o começo da incubação até o fim do desenvolvimento do pintinho (c). Ele descobre que os sentidos são colocados em movimento por um meio próprio a produzir esse efeito (d). Ele supõe que o

Ainda que impressione a citação específica, é preciso notar, contudo, o fato de Senebier não fazer menção a Aristóteles em outros momentos. Um estudo descrito com certo detalhe por Senebier, é o estudo de François Huber sobre as abelhas. Ora, no *História dos animais* Aristóteles descreve minuciosamente os costumes das abelhas, o nascimento, a guarda do mel, o trabalho das operárias e zangões etc. Senebier escreve um capítulo breve, mas exclusivo, aos estudos de Huber, tomando-os como “exemplo de lógica numa série de observações” sem fazer qualquer referência às descobertas de Aristóteles sobre o tema<sup>18</sup>.

Senebier segue o histórico, sem dizer nada dos “gregos da idade média, nem dos árabes: esses séculos foram aqueles da decrepitude do espírito humano” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>o</sup> Partie, p. 144). Do período de renovação nas ciências e “desaparecimento das trevas”, nosso autor menciona os progressos feitos como a descoberta da América e da imprensa; menciona Roger Bacon (1214-1294), René Descartes (1596-1650) e o Chanceler Francis Bacon (1561-1626), “que meditou profundamente sobre a revolução pela qual as ciências foram submetidas, traçou os grandes meios pelos quais se realizam” (*ibid.*, p. 146).

A segunda novidade introduzida na edição de 1802 aparece

---

ar se combina no pulmão (e). Ele prova o peso do ar (f). Eu paro: isso já é o bastante para encorajar a ler Aristóteles” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>o</sup> Partie, p. 143-4). As obras referidas são: (a) *Meteorolog.* Lib. I. C. IX; (b) *Meteorolog.* Lib. I. C. XIII; (c) *Hist. animal.* Lib. VI. C. III; (d) *De anima.* Lib. II. C. VII; (e) *De spiritu.* C. II; (f) *De caelo.* Lib. IV (*ibid.*, p. 144).

<sup>18</sup> De todo modo, a intenção de fazer o elogio a Aristóteles se confirma, como nos parece indicar carta de Senebier a Spallanzani, de 13 de dezembro de 1797: “Eu lhe agradeço o elogio que o Sr. fez a Aristóteles [no volume VI das *Viaggi alle due Sicilie e in alcune parti dell’Appennino*, publicado por Spallanzani naquele ano]; ele é, no meu entender, um dos maiores e melhores gênios que apareceu entre os filósofos de todos os tempos; o plano de sua história dos animais me parece o mais filosófico que se pôde fazer e a maneira em que redigido anuncia conhecimentos que não podemos conceber num século onde havia tudo por fazer [...] eu o li há alguns anos e não posso me perdoar pelo desprezo que nosso século, onde há tantos homens indignos, reserva a esse gigante; eu faço justiça a esse artigo em meu [livro] *Arte de observar e estou encantando de pensar como o senhor*” (Spallanzani, 1987, p. 405).

quando esse relato histórico atinge seus coetâneos. Ela manifesta-se no objetivo explicitado por nosso autor de fazer uma “tabela” ou uma “nomenclatura de observadores”<sup>19</sup>. Anuncia de início que não será uma tabela completa, mas que conterà apenas os observadores do seu tempo que já são tomados pelos contemporâneos como os que irão figurar na posteridade. Como critério para selecioná-los, Senebier diz ter usado o “método” que utilizam em suas observações.

A classificação que apresenta pressupõe a existência de métodos particulares para tipos diferentes de observação, mas, ressalta, “há um método e procedimentos comuns a todas as boas observações” e ele se expressa pela quantidade de observações bem feitas, sua originalidade, sua importância e sua exposição (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 149). É com base nesses quatro aspectos comuns, que propõe uma “nomenclatura” de cinco classes de observadores:

- “ocupam-se de objetos mais ou menos particulares”,
- “ocupam-se de objetos determinados pelas circunstâncias”,
- “limitam-se a recolher os fatos sem tirar conseqüências”,
- “fazem observações e experiências para apoiar suas opiniões”,
- “observam com atenção e detalhe a natureza e estabelecem teorias fundadas em suas observações e experiências”.

Nas explicações e exemplos de cada grupo é que se pode ter uma noção mais clara dessa classificação. Percebe-se então que Senebier utiliza dois critérios distintos para os cinco grupos. Os dois primeiros são estabelecidos segundo a escolha do objeto de investigação. Os três últimos, segundo a relação que o observador estabelece entre os dados da observação e experiência e a teoria.

Senebier coloca no primeiro grupo os observadores que se

---

<sup>19</sup> Como já lembrado por Grmek (1991, p. 296), Senebier parece estar atendendo a sugestão de Spallanzani. Em carta de 01 de janeiro de 1795, Spallanzani de fato recomenda: “O Sr. poderia ainda tratar da diversidade dos observadores ao interrogarem a natureza. O Sr. verá que há alguns cuja maior habilidade e única força consiste no fazer experiências, fazer observações e mais nada. E estes amontoam continuamente os materiais, mas sem construir um edifício. O Sr. verá outros que constróem ainda antes, sobre pequeno número de fatos, substituindo a falta deles com sua imaginação. Uns e outros são freqüentes” (Spallanzani, 1987, p. 342).

dedicam a um dado objeto de estudo pela impressão que este lhes causa. Trata aí do naturalista que possui uma inclinação pessoal que é anterior ao momento em que se vê a si mesmo como estudioso desse tema: “Bonnet tornou-se naturalista ao ler o *Spectacle de la nature*, quando nem podia suspeitar ainda que houvesse uma história natural” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 152).

No segundo grupo, Senebier reúne observadores que escolhem o objeto de seus estudos ao refletirem sobre os fenômenos do mundo. Tomando a liberdade de usar uma figura de linguagem que não está em Senebier, mas é inspirada em suas palavras, poderíamos dizer que neste segundo grupo estão os observadores que fazem escolhas conscientes, enquanto no primeiro, o observador não escolhe, mas é escolhido pelo objeto.

A esse respeito, Senebier retoma aqui a importância do estudo dos seres mais simples: “Os fatos menores em aparência anunciam descobertas capitais” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 154). Por intermédio de pulgões, hidras, minhocas, Réaumur, Bonnet, Trembley deram a conhecer novas formas de geração dos seres, exemplifica Senebier, fazendo referência à mesma tradição de naturalistas que vem citando desde o início do livro, e desde o ensaio escrito 1769.

Aqui Senebier aponta também para um traço importante do perfil dos naturalistas do século XVIII. Eles apresentam, em geral, diz Senebier, uma tendência para limitar suas observações a “um gênero único” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 153). Ou seja, Senebier está indicando a existência de um certo grau de especialização nas pesquisas, conforme exemplifica:

Lyonnet estudou unicamente os insetos [...]. Reaumur reuniu o estudo dos insetos ao das artes. Duhamel que era dedicado sobretudo ao estudo da organização das plantas, motivou-se para estudar a [organização] dos animais. Spallanzani ocupou-se, sobretudo, com fenômenos da economia animal e vegetal. (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 153)

O terceiro grupo de naturalistas inicia a delimitação dada a partir do critério da relação entre a teoria e os dados da observação e experiência. Aqui estão os observadores que, segundo pensa, não

chegam a estabelecer relação entre esses pólos porque fazem descobertas de fatos isolados sem promover generalizações e teorias. Citando exemplos de “descobertas” como do fósforo<sup>20</sup> e do pigmento azul da Prússia, valoriza-os, pelo menos, por terem contribuído para algum progresso no conhecimento.

Os dois últimos grupos expressam a tensão, presente em toda a obra, entre as perspectivas indutiva e dedutiva. Vemos que aqui Senebier se serve de um certo jogo para contrapor essas perspectivas e criticar os naturalistas que enquadra em seu quarto grupo. Ele é formado, explica Senebier, por observadores cuja “imaginação prefere criar combinações que lhes agradam, em vez procurar aquelas que a natureza sabe preparar” (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 156). O grupo é na verdade ilustrado por um exemplo único: Buffon. Senebier retrata Buffon como o caso mais representativo do naturalista que parte para a observação com teorias preconcebidas. O que Senebier quer então criticar são duas teorias de Buffon que considera “insustentáveis”: a teoria da terra e a teoria da geração. Para Senebier, a origem do erro de Buffon nessas teorias decorre de seu “apego aos sistemas”, que o impede de seguir o “bom” método de observar:

[Buffon] enganou-se em seguir a marcha de seu espírito, sem a combinar com a da natureza; ele não estudou os fenômenos suficientemente para poder generalizá-los; e ele tomou as observações de outros quando elas apoiavam sua opinião, antes de assegurar-se se elas eram rigorosamente exatas. (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>e</sup> Partie, p. 157)

Ao quinto grupo, Senebier reserva o lugar da excelência na arte. Descreve este observador como o que procura em outros corpos a propriedade encontrada em um corpo particular, que “passa dos fatos particulares aos que são mais gerais”. Aí insere “esse homem que será verdadeiramente um grande observador” (Senebier, 1802, tome

---

<sup>20</sup> Em carta de 29 de janeiro de 1795, Spallanzani sugere a Senebier acrescentar na nova edição do livro uma breve análise dos naturalistas “que conseguem concretizar suas idéias, mesmo que no princípio tenham sido poucas, e muitas vezes, uma só, mas guiadas sempre pelo fio precioso da experiência. Os fósforos de Beccari [...] podem fornecer um exemplo” (Spallanzani, 1987, p. 342).

III, 5<sup>o</sup> Partie, p. 157). Para conhecê-lo, “é necessário ler as obras de Newton, de Reaumur, de Trembley, de Franklin, de Spallanzani, de Lavoisier” (*ibid.*, p. 158). Também aparecem aqui os nomes de Beccari, Bonnet, Priestley, Huyghens, Haller, autores que fornecem “o modo de fazer o progresso de nossos conhecimentos” (*ibid.*, p. 161).

Eles não se detêm contando as folhas de uma árvore, ou os pelos de um inseto, mas eles fixam o olhar sobre tudo o que é importante e tiram as conseqüências que formam uma grande teoria. (Senebier, 1802, tome III, 5<sup>o</sup> Partie, p. 162)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O livro de Senebier reflete a preocupação de pesquisadores do período pela necessidade de uma reflexão metodológica e com ênfase nas ciências da vida. Como vimos, foi proposta por naturalista influente da época, Charles Bonnet, e encampada por uma sociedade científica importante. Foi também reconhecido à própria época como uma iniciativa original, ainda que não exclusiva, como testemunha Lazzaro Spallanzani:

O seu livro sobre a Arte de observar seguramente passará à posteridade, porque clássico e original em seu gênero. Eu mesmo não conheço um similar, nem sei de outros que tenham tido a coragem e o poder de enfrentar um tão extenso argumento, com exceção daquele pouco que Muschembroeccchio publicou no discurso *sobre o método de instruir os experimentos*. (Carta de Spallanzani a Senebier, de 3 de abril de 1795, *in* Spallanzani, 1987, p. 357)

No entanto, não se tem notícia de que tenha alcançado o objetivo maior do autor, de tornar-se um guia para o naturalista iniciante. Para termos certeza disto, seria necessário empreender uma pesquisa documental sobre programas de cursos e bibliografia utilizada pelos professores que lecionaram história natural no período. Sabemos apenas, por exemplo, que o próprio Spallanzani não deixou indicações de ter adotado o *L'art d'observer*. Em seus cursos de História Natural na Universidade de Pavia, Spallanzani adotou, além de seus próprios, os livros de Bonnet, *Considerations sur les corps*

*organisés* e o *Contemplazione della natura*, que ele mesmo traduziu ao italiano, acrescentando e completando com novas observações. Também fez amplo uso do *Histoire naturelle* de Buffon e outros livros para a geologia. Nesse sentido, podemos dizer que Spallanzani seguiu à risca o prescrito de Senebier de ensinar a arte de observar pelo exemplo dos próprios naturalistas.

Por outro lado, o lugar de Senebier na história da metodologia científica vem sendo analisado. Mirko Grmek atribuiu ao livro de Senebier o lugar da “primeira síntese das aquisições metodológicas do século XVIII no domínio da experimentação biológica” (Grmek, 1991, p. 293). Este historiador da ciência traçou uma herança germânica à metodologia experimental do *Essai* e, com base nas análises de Carlo Castellani dos cadernos de experiência de Spallanzani, julgou que o “erudito genebrês fez suas as idéias de Spallanzani sobre o papel da indução e deixou-se enganar pela apresentação depurada e logicamente arranjada que Spallanzani deu ao desenvolvimento de suas descobertas” (Grmek, 1991, p. 295). Laurence Laudan reconheceu Senebier como um importante escritor de metodologia científica (Laudan, 1980, p. 29). Paul E. Pilet tomou Senebier por “precursor” de Claude Bernard em seu esforço de formulação da metodologia científica nas ciências da vida (Pilet, 1962, p. 302). Jacques Marx inseriu o livro de Senebier na tradição Bonnetiana da segunda metade do século XVIII, cujo traço característico seria o de querer fazer da arte de observar um meio de contraposição ao que eles chamavam de “grupo Buffon” (Marx, 1974). Contrapondo-se a essa interpretação, e segundo uma análise internalista da teoria do método, Ratcliff reafirmou a inserção de Senebier no grupo em torno a Bonnet, mas caracterizou o “projeto de enunciação do método” fortemente relacionado à psicologia de Bonnet (Ratcliff, 1994, p. 51). Claire Salomon-Bayet (1978) considerou o *L’art* representativo da tradição experimental francesa. Kiyoon Kim descreveu os conteúdos do livro e o contexto genebrês em que foi escrito (Kim, 1995)<sup>21</sup>. Também mostrou algumas das

---

<sup>21</sup> Uma análise das raízes históricas das questões metodológicas de Senebier foi realizada por Dorian Brooks Kottler em: KOTTLER, Dorian Brooks. *Jean Senebier and the emergence of Plant Physiology, 1775-1802: from Natural*

questões e problemas científicos concretos de onde derivaram os argumentos metodológicos de Senebier. Buscaglia propôs Senebier entre os autores a serem analisados para a elaboração de uma história específica do método em biologia (Buscaglia, 1994, p. 144).

Assim, a presença na posteridade, prevista por Spallanzani, à arte de observar de Senebier concretizou-se ao menos no que diz respeito à historiografia da História da Ciência da segunda metade do século XX.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BUSCAGLIA, Marino. Pour une histoire spécifique de la méthode en biologie. *Archives des Sciences* **47** (2): 137-154, 1994.
- CARRARD, Benjamin. *Essai qui a remporté le prix de la Société Hollandoise des Sciences de Haarlem en 1770, sur cette question. Qu'est-ce que est requis dans l'Art d'Observer; & jusques-où cet Art contribue-t-il à perfectionner l'Entendement?* Amsterdam, Marc-Michel Rey, 1777.<sup>22</sup>
- DUCHESNEAU, François. *La physiologie des lumières: empirisme, modèles et théories*. Hague: Martinus Nijhoff, 1982.
- GRMEK, Mirko D. L'apport des correspondants genevois de Spallanzani a la methodologie experimentale. *Gesnerus: Revue Trimestrielle publiee par la Societe d'Histoire de la Medecine et des Sciences Naturelles* **48** (1991): 287-306.
- . La théorie et la pratique de l'expérimentation biologique au temps de Spallanzani. Pp. 321-348, in: MONTALENTI, Giuseppe & Rossi, Paolo (eds.). *Lazzaro Spallanzani e la biologia del settecento: teorie, esperimenti, istituzioni scientifiche*. Firenze: Olschki, 1982.
- HUTA, Carole. Bonnet-Senebier: histoire d'une relation. Pp. 211-224, in: BUSCAGLIA, Marino et al. (eds.). *Charles Bonnet savant et philosophe (1720-1793)*. Actes du Colloque international de Genève (25-27 novembre 1993). Genève: Passé

---

*History to Chemical Science*. Baltimore, MD, 1973. PhD Thesis. The Johns Hopkins University (citada em Kim, 1995, p. 60).

<sup>22</sup> Disponível em: <<http://www.gallica.bnf.fr>>. Acesso em: junho de 2006.

- Présent, 1994a. (Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, 47).
- . *L'Essai inédit De Téléologie: une face cachée de Jean Senebier?* *Archives des Sciences de Genève* **47** (2): 155-164, 1994b.
- . Les observations de François Huber sur les abeilles selon la lecture de Jean Senebier (1802). *Archives des Sciences de Genève* **50** (3): 189-196, 1997.
- KIM, Kiyoon. *Jean Senebier and the genevan naturalists*. [Tese de Doutorado em Filosofia] Oklahoma: The University of Oklahoma, 1995.
- LAUDAN, Larry. Teorias do método científico de Platão a Mach. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Suplemento*, **1**: 5-77, 1980.
- LEGÉE, Georgette. La physiologie dans l'oeuvre de Jean Senebier (1742-1809). *Gesnerus* **49** (3/4): 307-322, 1991.
- MARX, Jacques. L'art d'observer au XVIIIe siècle, Jean Senebier et Charles Bonnet. *Janus., Revue Internationale de l'Histoire des Sciences, de la Médecine, de la Pharmacie et de la Technique* **61**: 201-220, 1974.
- PILET, Paul-Emile. Jean Senebier, un des précurseurs de Claude Bernard. *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* **15** (60/61) : 302-13, 1962.
- PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *A biologia experimental de Lazzaro Spallanzani (1729-1799)*. [Tese de doutorado em Educação] São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2003.
- . As regras para observar e fazer experiências na correspondência entre Lazzaro Spallanzani e Jean Senebier. Pp. 131-139, in: BELTRAN, Maria Helena R. & GOLDFARB, José Luiz (eds.). *XIV Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e a Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas: ciências naturais e suas interfaces. Anais*. São Paulo: Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência da PUC-SP, 2004. CD-ROM.
- RATCLIFF, Marc. Une métaphysique de la méthode chez Charles

- Bonnet. Pp. 51-60, in: BUSCAGLIA, Marino et al. (ed.). *Charles Bonnet savant et philosophe (1720-1793). Actes du Colloque international de Genève (25-27 novembre 1993)*. Genève: Passé Présent, 1994. (Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, 47).
- SENEBIER, Jean. *L'art d'observer*. Genève: Cl. Philibert & Bart. Chirol, 1775. 2 vols.
- . *Essai sur l'art d'observer et de faire des expériences*. 2. ed. considérablement changée et augmentée. Genève: J. J. Paschoud Libraire, 1802. Tome I-II-III.
- SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opera di Lazzaro Spallanzani*. Editado por Pericle di Pietro. Parte Prima, Carteggi. Vol. 8. Modena: Enrico Mucchi, 1987.

## **Alípio de Miranda Ribeiro e as lições da Comissão Rondon para o Museu Nacional**

---

**Maria Rosa Lopez Cid\***

**Ricardo Waizbort\*\***

---

### **1 INTRODUÇÃO**

As relações entre ciência e civilização ou entre ciência, educação e civilização são temas que têm sido tratados por vários trabalhos na historiografia brasileira, em especial, na historiografia das ciências (Lopes, 2005; Stepan, 2004; Domingues, Sá & Glick, 2003; Collichio, 1988). Os indivíduos educados no Brasil do final do século XIX e início do século XX pareciam acreditar que se a ciência fosse utilizada para elaborar projetos em muitos campos da vida social, como a educação, a saúde, a economia e mesmo a política, a nação progrediria e se tornaria civilizada (Lopes, 2005; Stepan, 2004; Domingues, Sá & Glick, 2004; Gualtieri, 2003; Alonso, 2002; Lima, 1999; Benchimol, 1999; Hochman, 1988; Collichio, 1988).

No entanto, a forma como grupos de intelectuais apreenderam teorias científicas e as utilizaram como ferramentas de interpretação e re-elaboração da imagem do país foi diferente em diversos aspectos.<sup>1</sup> Essa diferença pode estar relacionada a muitos fatores. Entre eles poderíamos citar o ambiente político-econômico e social em que os

---

\* Doutoranda do Programa de Pós-graduação em História das Ciências da Saúde - Casa de Oswaldo Cruz / FIOCRUZ. Telefone: (55) (21) 2603-5411. E-mail: lopezcid2000@yahoo.com.br

\*\* Programa de Pós-graduação em História das Ciências da Saúde. Pesquisador associado da Casa de Oswaldo Cruz / FIOCRUZ. Telefone: (55) (21) 2590-3489. E-mail: riew@coc.fiocruz.br

<sup>1</sup> Vide os trabalhos mencionados no parágrafo anterior.

indivíduos estão inseridos, a sua formação (local em que estudou e o tipo de curso, por exemplo), as tradições científicas dominantes em sua formação, as relações pessoais que estabeleceram em sua trajetória, as instituições das quais participaram e suas práticas científicas.

De acordo com Patrick Petitjean, a ciência teve papel importante na modernização do Estado, na legitimação das elites e na constituição de movimentos nacionalistas (Petitjean, 1996, p. 26).

Segundo Maria Amélia Dantes e Amélia Hamburger, Portugal trouxe para o Brasil suas tradições “marcadas pelas relações profundas com as instituições científicas e culturais da Revolução Francesa”, e essa tradição iluminista “fortalecia e ampliava o papel social dos cientistas e das instituições científicas” (Dantes & Hamburger, 1996, p. 18). Além disso, entre o final do século XIX e o início do século XX, estava ocorrendo o “movimento dos museus”, que expandiu redes de intercâmbio, ampliou coleções, criou catálogos difundiu mais rapidamente conceitos e informações, e ajudou a fortalecer ainda mais essas instituições (Lopes, 2005, p. 18). No final da década de 1880, o Museu Nacional do Rio de Janeiro, instituição criada por D. João VI, em 1818<sup>2</sup>, com o objetivo de pesquisar e divulgar conhecimentos sobre as ciências naturais no país, sofreu muitas reformas que refletiam essas mudanças (Gualtieri, 2003, p. 68). Nessa instituição estavam inseridos muitos pesquisadores brasileiros e estrangeiros em sintonia tanto com as questões científicas mundiais quanto com os problemas políticos e sociais do país.

Entre eles estava Alípio de Miranda Ribeiro (1874-1939), naturalista que trabalhou no Museu Nacional do Rio de Janeiro entre 1894 e 1939, realizando pesquisas sobre muitos temas, alguns deles caros ao naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), cujos trabalhos parecem ter influenciado bastante Alípio Ribeiro. Esse fenômeno não ocorreu exclusivamente com Alípio Ribeiro. Regina Gualtieri observa em sua tese, que desde meados da década de 1870, os trabalhos

---

<sup>2</sup> Na época de sua criação a instituição era chamada Museu Real do Rio de Janeiro. Em 1824 era referido como Museu Imperial e Nacional e, após a República, passou a se chamar Museu Nacional (*Dicionário Histórico e Biográfico das Ciências da Saúde*. Disponível em: <<http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>>. Acesso em: 22/julho/2005).

publicados no periódico da instituição tinham um viés evolucionista, em alguns casos, darwinista (Gualtieri, 2001, pp. 57-58, p. 82).

## 2 ALÍPIO DE MIRANDA RIBEIRO E AS LIÇÕES DA COMISSÃO RONDON

O dia 8 de janeiro de 1939 foi marcado com um signo nefasto, cobrindo de luto os assentamentos históricos das ciências naturais do Brasil: a morte implacável que não faz diferença entre os homens, ceifando a vida dos sábios e dos analfabetos, dos ricos e dos pobres, dos velhos e dos moços, tirou, nesse dia, das fileiras dos naturalistas militantes, aquele que, com tanta ânsia, queria ver ao lado da imortal obra da “Flora Brasiliensis” de Martius, uma outra sobre a fauna da nossa querida terra. Privou o Museu Nacional do Rio de Janeiro de um de seus mais dedicados servidores e feriu muitos corações por terem perdido um amigo leal e dedicado, o Professor Alípio de Miranda Ribeiro. (Kretz, 1942, s.p.)

Assim José Kretz, assistente do diretor do Departamento de Zoologia do Museu Paulista, se referiu ao zoólogo por ocasião de sua morte. Kretz também menciona as colaborações de Ribeiro na organização e classificação do material ictiológico e batracológico do Museu, assim como os artigos que escrevia para a revista, elogiando a atuação do zoólogo pelo “trabalho realizado em tempos que não eram favoráveis a cientistas e homens de serviço que pouco se presta[m] para propaganda” (Kretz, 1942, s.p.).

Alípio de Miranda Ribeiro nasceu em Rio Preto, Minas Gerais, no dia 21 de fevereiro de 1874, passando a infância na cidade natal com seus pais. Mais tarde, mudou-se para o Rio de Janeiro para frequentar o curso secundário e, depois, estudar medicina na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. Chegou a matricular-se na faculdade, mas nunca concluiu o curso (Kretz, 1942, p. 4).

Segundo seu biógrafo, a paixão pela zoologia era evidente desde a infância, quando colecionava animais e lia “com grande interesse, tratados de assuntos zoológicos” (Kretz, 1942, p. 4). O próprio Alípio de Miranda Ribeiro diz que antes de se mudar para o Rio de Janeiro copiou em manuscrito a *História natural popular* do Dr. Anstet, na biblioteca de Valença, lugar onde também encontrou uma “e-

dição de luxo de Buffon (que para ler e traduzir precisei primeiro estudar o francês – tendo também traduzido a parte dos Símios)” (Ribeiro, 1945 [1916], p. 69).

Costumava passar as horas vagas no Museu Nacional que o tinha impressionado desde a primeira vez em que lá esteve:

Quando entrei, pela primeira vez, no Museu Nacional, era ainda estudante de preparatórios. [...] tive uma formidável emoção por encontrar aquele repositório que eu julgava a solução de tôdas as dificuldades da zoologia. (Ribeiro, 1945 [1916], p. 69)

Logo em seguida, conheceu o então diretor do Museu Nacional, Ladislau Neto (1838-1894) e lhe pediu permissão para “frequentar aquele templo” (Ribeiro, 1945 [1916], p. 69). A permissão foi imediatamente concedida e, a partir daí, Miranda Ribeiro passou a integrar o quadro de funcionários da instituição, exercendo vários cargos.

No *Fastos do Museu Nacional*, escrito por João Baptista de Lacerda (1846-1916) em 1905, para tentar dar conta da história da instituição, o autor faz uma relação dos funcionários do Museu segundo sua data de entrada. Alípio de Miranda Ribeiro aparece em 1894 como preparador interino da 1ª Seção. No mesmo ano passa a preparador efetivo; naturalista ajudante interino em 1896; promovido a naturalista efetivo, em 1897; dispensado dessa função pela reforma de 1899, que extinguiu o cargo de naturalista. No mesmo ano é nomeado secretário, cargo que passa a ocupar oficialmente durante dez anos (Lacerda, 1905, p.173).

Mesmo nesse cargo, Miranda Ribeiro continuou realizando estudos em história natural e zoologia, o que pode ser comprovado através dos trabalhos publicados nos *Archivos* durante esse período. Em 1910, Ribeiro foi promovido a Professor-substituto da seção de Zoologia e em 1929, a Professor-chefe da mesma seção. Logo depois esse cargo foi transformado em naturalista classe L (Kretz, 1942, p. 6). Esta nova designação do cargo deve ter agradado a Miranda Ribeiro, já que em uma das conferências sobre os trabalhos da Comissão Rondon (mais especificamente, a terceira conferência) afirma que “professor é todo indivíduo que, devidamente autorizado, professa uma disciplina qualquer” porque os professores “depois de terem aprendido as verdades admitidas e não mais discutidas, sujeitam-se a

exame, para mostrar que sabem transmitir essas verdades e as professam a quem quiser aprendê-las” (Ribeiro, 1945 [1916], p. 72).

Nessas conferências, Ribeiro critica os regulamentos que organizam o Museu por achar que a atribuição do ensino não deve ser uma função desse tipo de instituição. Aquela seria uma instituição de pesquisa que deveria estudar os diversos aspectos da história natural do país, para que seus recursos fossem bem aproveitados. Para Ribeiro,

É certo que todos nós que temos o dever de explicar ao público pagante o que é e para que serve tal rocha, tal planta ou animal, se nos queremos classificar pelos nomes de geólogos, botânicos, zoólogo, etc. [...] não sei porque teimosia havemos de ser Professores! Todo o homem que toca rabeça é rabequista, que pinta é pintor, que preside é presidente e nós, que fazemos ciências naturais não somos naturalistas; que fazemos zoologia não somos zoólogos; que fazemos botânica, não somos botânicos! (Ribeiro, 1945 [1916], p. 72)

Essas mesmas críticas sobre os regulamentos, o orçamento, a organização e as atribuições do Museu e de seus funcionários aparecem em uma série de cartas que Alípio Ribeiro escreveu e publicou no jornal *O Paíz*, em novembro de 1914. Segundo ele, as cartas eram respostas às críticas que a instituição vinha recebendo pela ineficiência e, portanto, pelo desperdício do dinheiro público, uma vez que era sustentada pelo governo.

Em primeiro lugar, ele critica a organização dos museus brasileiros “*a la mode de Paris*”. Reconhece que a República favoreceu os museus existentes aqui e fundou outros, criou laboratórios que tornavam muitos tipos de pesquisas possíveis, etc. Mas a organização de museus como o Nacional, segundo o zoólogo, um museu complexo, é dispendiosa e se torna ineficiente, pois as verbas são mal distribuídas, há poucos funcionários e estes têm tantas atribuições que os colocam em “situação sobre-humana” (Ribeiro, 1914, p. 6). Ele defende a separação do Museu Nacional em quatro museus diferentes, autônomos e sem a obrigatoriedade do ensino, posição que aparece também nas conferências.

Nesse sentido, Ribeiro não está em sintonia perfeita com o “movimento dos museus” que acontecia no mundo, já que, segundo Lopes, a nova orientação preconizava a dupla função dessas instituições

como espaços de investigação científica e de colaboração com a instrução do público leigo (Lopes, 2005, p. 22). Não é que pensasse que a educação desse público não fosse importante. Apenas assume que uma instituição de pesquisa deve empregar sua verba e a energia de sua comunidade na pesquisa, deixando o ensino para os professores que aprenderam “as verdades admitidas e não mais discutidas”, e que teriam mais condições de realizar tal tarefa com maior eficiência. Por outro lado, a organização das seções e das coleções propostas pelo zoólogo seguiam a proposta do movimento.

A função de ensinar (sendo através de cursos ou conferências) parecia realmente incomodar Alípio Ribeiro. Para ele, a época era “do domínio da especialidade” e era preciso “fazer a ciência com a ciência; é preciso especializar para fazer bem feito” (Ribeiro, 1945 [1916], p. 82). Assim, investigar a natureza e ensinar aparecem, nesses discursos, como atribuições não compatíveis. O especialista em pesquisa não deveria gastar seu tempo ensinando, pois, para isso, havia outros especialistas. Ele, então, poderia trabalhar mais tempo em seu campo e obter mais benefícios para o país. Os museus são as instituições onde trabalham esses especialistas e se constituem em “bibliotecas concretas” que “encerram a expressão exata da Natureza ou as lições materiais do próprio saber humano” (*ibidem*, p. 64). E, uma vez que as bibliotecas disseminam o saber e “são a base de todo o progresso”, os museus devem ter importância capital para a nação. São eles que produzirão o conhecimento que permitirá aos governos administrar com critério científico, o que ainda não aconteceu no Brasil: “a administração não contempla o científico”, desta forma, no Brasil, “ainda é muito obscura a idéia de museu” (Ribeiro, 1914, p. 2).

Na verdade, os textos publicados em jornal e as conferências sobre a Comissão Rondon são utilizados por Alípio Ribeiro para defender a instituição onde se encontra e suas posições em relação à ciência. Essas conferências, segundo o autor, teriam sido concebidas como parte das homenagens que Roquette Pinto (1884-1954) queria fazer a Cândido Rondon (1865-1958) pelos serviços prestados ao Museu Nacional e ao país. Cada seção da instituição faria uma exposição sobre os avanços proporcionados pelas viagens.

Em suas exposições, Miranda Ribeiro critica o modelo de organização do Museu copiado da França por Ladislau Neto e afirma que deveríamos olhar para a Alemanha, Inglaterra e Estados Unidos cujas grandezas se assentam no valor e na orientação que dão à pesquisa científica porque esta lhes dá as bases para o crescimento (Ribeiro, 1945 [1916], p. 82).

Segundo Lopes essas posições de Ribeiro são coerentes com o movimento mundial dos museus que tinham na Inglaterra e Alemanha, principalmente (mas também nos Estados Unidos), seus modelos e onde houve a separação de coleções de áreas diferentes, com ganho de autonomia e incorporação de laboratórios à pesquisa de campo. E nesse movimento, segundo a autora, o darwinismo teve papel importante, revigorando os museus existentes e estimulando a criação de outros (Lopes, 2005, p. 25).

Alípio Ribeiro participou da Comissão de Linhas Telegráficas e Estratégicas do Mato Grosso ao Amazonas, conhecida como Comissão Rondon, que pretendia ligar os territórios e estados do norte e centro do país à capital por meio do telégrafo. Ele foi contratado como zoólogo e viajou pelo interior do Brasil entre 1908 e 1909 coletando material, descrevendo, identificando, reunindo notas sobre zoogeografia, ecologia e a biologia dos espécimes, além de pequenas observações sobre a população. Ele também faz comentários sobre os habitantes do interior do Brasil, a partir dos trabalhos de Roquette Pinto na comissão entre 1908 e 1915. Por esses comentários pode-se também inferir algumas de suas posições em relação ao papel da ciência na promoção do progresso e da civilização. Segundo Ribeiro, Roquette Pinto realizou brilhantemente seu trabalho e mostrou que:

Existe o homem selvagem na região percorrida; existe aí o homem na idade da pedra; foram encontradas 20 nações indígenas; foram conhecidas as sub-divisões políticas dessas nações, localizados os seus limites geográficos; houve uma avaliação aproximada do número de almas que as compõem e discriminaram-se as suas relações filogenéticas e estudaram os seus usos e costumes. [...] pela face sociológica [o trabalho de Roquette Pinto] assegurou, mais, aos brasileiros civilizados, a possibilidade de expansão pela Rondônia, até ontem em poder exclusivo daquelas nações selvagens. (Ribeiro, 1916, p. 4)

Assim, Ribeiro mostra que o trabalho científico feito com método, critério e clareza (atributos mencionados algumas vezes ao longo dos textos), pode trazer, não só conhecimento, mas também a possibilidade de intervenção civilizatória. Segundo Nísia Trindade Lima, ao “contato com os homens selvagens somava-se a idéia de um domínio sobre a natureza” (Lima, 1999, p. 73). A coleta e o estudo de espécimes e dados forneceriam a base para esse domínio, uma das funções da ciência para o país. O objetivo da Comissão, segundo o autor, era fazer o estudo da região “sob pontos de vista diversos e dos produtos extrativos desta, principalmente os minerais” (Ribeiro, 1916, p. 4). No entanto, a missão superou seus objetivos, na visão de Ribeiro, pois, além deles, fez mais pelo Museu Nacional em oito anos do que tinha sido realizado em 100 anos de existência da instituição. Ele se referia ao aumento substancial das coleções de geologia e mineralogia, botânica, zoologia, e antropologia e etnografia, além dos inúmeros trabalhos e relatórios escritos a partir dos dados e espécimes coletados. Não economiza adjetivos positivos para falar da maioria dos cientistas participantes da Comissão, como Roquette Pinto, Carlos Moreira, Carlos Schreiner, Alberto Betim, Cícero de Campos, Frederico Carlos Hoehne, entre outros. Porém, também critica a atuação de alguns por considerar que lesaram a ciência e a nação, numa oportunidade tão ímpar como a que tiveram. Fala, principalmente, em Emílio Goeldi e Karl Carnier.

No entanto, ao final, o saldo foi positivo. Os escritos dos participantes do Museu na Comissão revelaram para a comunidade científica nacional e internacional inúmeras espécies novas, induziram a revisões as classificações, forneceram dados mais precisos sobre as regiões fito e zoogeográficas brasileiras e suscitaram discussões em torno das populações indígenas do interior do Brasil e da possibilidade de intervenção sobre elas. Lima também situa o alcance dos trabalhos para muito além do seu objetivo oficial (Lima, 1999, pp. 72-73).

Ao longo das conferências, e também nas cartas publicadas em *O País*, há muitas críticas em relação à falta de critério com que se aceitam a presença e a opinião dos estrangeiros na ciência nacional. Segundo Alípio Ribeiro, por causa da supervalorização do estrangeiro, nossas riquezas e conhecimento escorrem para o exterior sem deixar

aqui nenhum vestígio. Isso não só prejudicaria a ciência local, mas, como esta é a base do progresso, terminaria por prejudicar também a nação.

Alípio Ribeiro ainda acrescenta que o Coronel Rondon organizou e comandou o trabalho sem “nenhum segredo, nenhum recurso extraordinário. Não se mandou buscar ninguém nas nuvens ou na lua – empregou-se aquela gente de que já vos falei e que eram apenas homens de bom senso e conhecedores de seu ofício” (Ribeiro, 1945 [1916], p. 91). Afirma que Rondon enriqueceu a ciência nacional ao comandar os trabalhos nas ciências naturais e também mostrou que o Museu Nacional tem homens capazes e competentes. Todas as produções realizadas a partir do trabalho na Comissão comandada por Rondon estavam sendo bastante consultadas e constituíam “prova evidente do alto critério científico que as tem dominado e da nítida compreensão de verdadeiro patriotismo” (*ibid.*, p. 28).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alípio de Miranda Ribeiro se tornou zoólogo por vocação, segundo seu biógrafo, e pela prática. Entrou no Museu Nacional em 1894 e lá permaneceu até sua morte, em janeiro de 1839, apesar de todas as atribulações pelas quais passou a instituição. Conheceu e se tornou amigo de alguns dos mais eminentes cientistas brasileiros de sua época. Trabalhou na instituição que, de acordo com Thomas Glick, tem a biblioteca que possui “a melhor coleção de darwinistas do século XIX, dentre todas as instituições da América Latina”, incluindo todos os trabalhos de Darwin, a coleção quase completa dos livros de Ernst Haeckel (1834-1919) e a obra completa de Thomas Huxley (1825-1895), em inglês, francês e alemão (Glick, 2003, pp. 22-23). Instituição essa que estava inserida no movimento mundial de expansão dos museus, no qual o evolucionismo teve papel importante. Nos textos das conferências, o darwinismo de Ribeiro não aparece de forma direta e esse não é o objetivo principal desses textos. Mas suas referências à zoogeografia, à fitogeografia, ao estudo da ecologia e mesmo às “relações filogenéticas” estabelecidas por Roquette Pinto para os índios das regiões percorridas, além de citar várias vezes os darwinistas, mostram a sua filiação à teoria.

Além disso, traduziu um dos primeiros, senão o primeiro trabalho que buscava encontrar evidências concretas para dar suporte à teoria de evolução por seleção natural de Darwin (Barros, 2003; Domingues, Sá & Glick, 2003; Glick, 2003; Papavero, 2003). Esse trabalho, *Für Darwin*, foi publicado por seu autor, Fritz Müller (1821-1897), em 1864 na Alemanha. Era baseado em pesquisas realizadas pelo autor com animais da classe dos crustáceos, no sul do Brasil. O trabalho de Müller foi traduzido para o português pela primeira vez por Alípio de Miranda Ribeiro, sob o pseudônimo de “Cryptus”, sendo publicado na revista *Kosmos* entre 1907 e 1908 (Papavero, 2003, p. 32). O próprio Müller, naturalista alemão que imigrou para o Brasil em 1852, vivendo em Santa Catarina, foi convidado e trabalhou como naturalista-viajante para o Museu Nacional entre 1884 e 1888<sup>3</sup>, interagindo com os outros pesquisadores da instituição durante a gestão de Ladislau Netto (1838-1894) como diretor (Domingues, Sá & Glick, 2003; Gualtieri, 2003; Papavero, 2003).

Ribeiro parecia não concordar com a atribuição educacional para os museus porque as tarefas do naturalista absorviam muito tempo. Além disso, as ciências já vinham se especializando e compreendia que a cada especialista cabia uma função. Para ele, a função do naturalista seria a de produzir conhecimentos nas ciências naturais que pudessem ser úteis para a nação e o museu seria a instituição adequada para esse trabalho. Produzindo conhecimentos, os naturalistas, cada um em sua área de atuação, poderiam contribuir para o desenvolvimento do país e construir uma nova representação do Brasil como acontecia com os Estados Unidos, Alemanha e Inglaterra, considerados por esse ator, modelos de desenvolvimento.

Alípio Ribeiro procurou fazer sua parte. Produziu dezenas de trabalhos durante sua vida, principalmente sobre peixes, mas, também sobre anfíbios, aves, mamíferos, zoogeografia, ecologia, entre outros. Muitos foram publicados nos *Archivos do Museu Nacional*. Outros, publicados na *Revista do Museu Paulista*, nas revistas *Lavoura*, *Kosmos*, *Revista da Sociedade Brasileira de Ciências*, *Revista do Brasil*, *O Campo*, nos *Anais da Faculdade de Medicina do Rio de*

---

<sup>3</sup> De acordo com Regina Gualtieri, Müller trabalhou como naturalista-viajante do Museu Nacional entre os anos de 1876 e 1891 (Gualtieri, 2003, p. 62).

*Janeiro*, nos *Arquivos da Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária*. Também publicou artigos e cartas em jornais, além dos relatórios e conferências sobre a Comissão Rondon. Alguns de seus trabalhos foram traduzidos e publicados em periódicos científicos ingleses, franceses e alemães.

Observando a natureza de alguns dos periódicos acima, também é possível perceber que Alípio Ribeiro não estava somente preocupado com a produção de conhecimento desconectado da realidade nacional, mas também com a aplicabilidade deles. A utilização dos conhecimentos produzidos aqui por cientistas preocupados com os problemas nacionais seria uma forma criteriosa de atingir a civilização e a modernidade desejada por nossos indivíduos educados e homens de ciência. Essa é uma das mensagens expostas nos textos aqui analisados. Tais textos, entretanto, suscitam muitas questões que ainda precisam ser mais trabalhadas como a imagem e função social do cientista e das instituições científicas, as relações entre ciência e política, a representação social do povo brasileiro, a influência das teorias evolucionistas nas práticas científicas, por exemplo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, Ângela M. *Idéias em movimento: a geração de 70 na crise do Brasil Império*. São Paulo: Paz e Terra, 2002.
- BARROS, Henrique L. Prefácio. Pp. 9-14, in: DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol; SÁ, Magali Romero; & GLICK, Thomas (orgs.). *A recepção do darwinismo no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- BENCHIMOL, Jaime Larry. *Dos micróbios aos mosquitos: a febre amarela e a revolução pasteuriana no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz / Editora UFRJ, 1999.
- COLLICHIO, Terezinha A. F. *Miranda Azevedo e o darwinismo no Brasil*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1988.
- DANTES, Maria Amélia & HAMBURGUER, Amélia Império. A ciência, os intercâmbios e a história da ciência: reflexões sobre a atividade científica no Brasil. Pp. 15-23, in: HAMBURGUER, Amélia I. et al. (orgs.). *A ciência nas relações Brasil-França*

- (1850-1950). São Paulo: Editora da USP/Fapesp, 1996.
- Dicionário Histórico e Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930)*. Disponível em: <<http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>>. Acesso em: 19 de maio, 2004.
- DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol; SÁ, Magali Romero; & GLICK, Thomas (orgs.). *A recepção do darwinismo no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- GLICK, Thomas. O positivismo brasileiro na sombra do darwinismo: o grupo Idéia Nova em Desterro. Pp. 181-189, in: DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol; SÁ, Magali Romero; & GLICK, Thomas (orgs.). *A recepção do darwinismo no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- GUALTIERI, Regina Cândida E. O evolucionismo na produção científica do Museu Nacional do Rio de Janeiro (1876-1915). Pp. 45-96, in: DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol; SÁ, Magali Romero; & GLICK, Thomas (orgs.). *A recepção do darwinismo no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- . *Evolucionismo e ciência no Brasil: museus, pesquisadores e publicações 1870-1915*. [Tese de Doutorado]. São Paulo: USP, 2001.
- HOCHMAN, Gilberto. *A era do saneamento: as bases da política de saúde pública no Brasil*. São Paulo: HUCITEC / ANPOCS, 1988.
- KRETZ, José. *Alípio de Miranda Ribeiro (1834-1939): conferência biográfica*. São Paulo: Imprensa Oficial, 1942.
- LACERDA, João B. de. *Fastos do Museu Nacional*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1905.
- LIMA, Nísia T. Viagem científica ao coração do Brasil. *Revista da Fundação do Museu do Homem Americano* 3: 185-125, 2003.
- . *Um sertão chamado Brasil*. Rio de Janeiro: REVAN / IUPERJ / UCAM, 1999.
- LOPES, Maria M. Ciências e educação em museus no final do século XIX. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 12 (1): 13-33, 2005.
- PAPAVERO, Nelson. Fritz Muller e a comprovação da teoria de Darwin. Pp. 29-44, in: DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol; SÁ, Magali Romero; & GLICK, Thomas (orgs.). *A recepção do dar-*

- winismo no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- PETITJEAN, Patrick. Ciências, impérios, relações científicas franco-brasileiras. Pp 25-39, in: HAMBURGUER, Amélia I.; DANTES, Maria Amélia; PATY, Michel; & PETITJEAN, Patrick (orgs.). *A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950)*. São Paulo: EDUSP / FAPESP, 1996.
- RIBEIRO, Alípio de M. Os orçamentos do Ministério da Agricultura e os estabelecimentos de história natural (carta aberta à comissão dos três das comissões de finanças do Congresso). *O Paíz*, 18 nov. 1914, p. 6 e 24 nov. 1914, p. 2.
- . A Comissão Rondon e o Museu Nacional. (1ª conferência realizada pelo Professor Alípio de Miranda Ribeiro no dia 26 de março último, no Museu Nacional). *Jornal do Comércio*, 09 abril 1916, pp. 4-5.
- . *A Comissão Rondon e o Museu Nacional*. (Conferências realizadas pelo Professor Alípio de Miranda Ribeiro, no Museu Nacional do Rio de Janeiro, em 1916). Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura / Comissão Nacional de Proteção aos Índios. Publicação nº 49 (2ª ed., 1945).
- STEPAN, Nancy L. Eugenia no Brasil 1917-1940. Pp. 331-391, in: HOCHMAN, Gilberto & ARMUS, Diego (orgs.). *Cuidar, controlar, curar. Ensaio históricos sobre saúde e doença na América Latina e Caribe*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2004 (Coleção História e Saúde).



## O berço do darwinismo e suas promessas para o homem

Nelio Bizzo\*

### 1 INTRODUÇÃO

É bem conhecida a frase da parte final do livro mais citado de Charles Darwin, *Origin of species*, publicado em novembro de 1859: “Luz será lançada sobre a origem do Homem e sua história” (Darwin, 1859, p. 488)<sup>1</sup>. Para muitos, essa frase seria análoga à “*Eppur si muove*”, atribuída a Galileu. Tendo passado ao largo das questões relativas ao ser humano em seu livro, e sabedor das críticas que ele receberia justamente pelas conjecturas e inferências que atingiriam a espécie humana, Darwin deixava claro que estava disposto a enfrentá-las.

De fato, elas não tardaram, aliás, até mesmo anteciparam a própria publicação do livro. Em setembro daquele ano, em uma reunião científica, na presença do Príncipe Consorte, o já famoso geólogo Charles Lyell, de longa data amigo de Darwin, anunciara o livro prestes a ser colocado à venda dizendo se tratar de uma obra que lançaria luz sobre o tema mais controverso do momento, a origem do ser humano (Bizzo, 1992). Na resenha do livro publicada em um jornal literário de modo a coincidir com seu aparecimento nas livrarias, o resenhista anônimo dizia: “Se o homem descende do macaco, que criatura não

---

\* Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Av. da Universidade 308, 05508-900, São Paulo, SP. E-mail: Bizzo@usp.br

<sup>1</sup> No original: “Light will be thrown on the origin of man and his history”. A frase se refere aos progressos da psicologia e das possibilidades de explicação da aquisição “necessariamente progressiva” das faculdades e aptidões mentais humanas.

podemos esperar que venha a se originar a partir da nossa espécie?” (*Atheneum*, 1673, 19 novembro de 1859, p. 660).

De certa maneira, havia uma forte expectativa de que as novidades produzidas pela jovem “Ciência”, e não mais pela antiga “Filosofia Natural”, repercutissem diretamente em nosso cotidiano, da mesma forma como a técnica e seus prodigiosos artefatos vinham fazendo, em especial após a Revolução Industrial na Inglaterra. Logo antes da publicação do livro, um jovem zoólogo que tinha recebido um exemplar de uma edição especial pré-lançamento, Thomas Henry Huxley, escreveu a Darwin dizendo que reações indelicadas eram altamente prováveis, mas que esperava que não fossem capazes de perturbá-lo. Mas ele adiantava que estava “afiando as garras” para defendê-lo assim que tais reações aparecessem.

De fato, elas foram imediatas. Uma das mais famosas ocorreu no dia 30 de junho de 1860, em Oxford, na reunião anual da Associação Britânica para o Progresso da Ciência. Ela se tornou quase mitológica diante da grande variação de descrições do que lá ocorreu. Mas o fato essencial, para fins de nosso argumento, é que ela precipitou uma abordagem explícita sobre o que se poderia esperar das aplicações das teorias biológicas ao caso humano. O encontro precipitou a decisão de Huxley de publicar seu primeiro (que seria seu melhor) livro *Man's place in nature*, que veio a público em janeiro de 1863, e que foi intensamente republicado e vendido nos 40 anos seguintes. Ele inaugurou a abordagem explícita de como seria possível lançar luz sobre a origem da espécie humana e sua história. Mais importante, este livro inaugura a vertente de divulgação científica, que pretende envolver o grande público nos debates da pesquisa científica do momento.

De certa forma, como veremos adiante, a obra de Huxley inaugura também o que talvez pudesse ser chamado “proselitismo científico”, uma deliberada decisão de apresentar argumentos e imagens selecionados por conveniência e com a finalidade de conseguir apoio do grande público contra opositores no campo científico.

Os anos subseqüentes a 1863 veriam muita luz sendo lançada sobre questões antropológicas, de raça e gênero. Assim, pretendo defender a tese de Robert Maxwell Young, segundo a qual não existe

um “darwinismo biológico”, puro, ideologicamente neutro e distanciado das disputas que ocorriam no seio da sociedade humana, e uma suposta corrupção dele, o chamado “darwinismo social”, que avançaria a linha da prudência ao aplicar as teorias darwinistas “às raças humanas”, o que teria dado origem a um darwinismo “impuro”, ideologicamente comprometido, que em nada se relacionaria com os formuladores originais no campo biológico (Young, 1985, p. 610). Essa forma de estampar as aplicações do darwinismo ao contexto humano é muito difundida e popular até mesmo na tradição das ciências humanas. Alguns autores localizam na tradição determinista do século XIX, em especial o determinismo geográfico, a origem do “darwinismo social” (Schwarcz, 1993, p. 58), embora admitam um amplo espectro de “desvios do perfil originalmente esboçado por Charles Darwin”, que incluiriam a sociologia de Herbert Spencer, a “ciência histórica” de Henry Thomas Buckle e outros (*idem*, p. 56).

## 2 O LUGAR DO SER HUMANO NA NATUREZA

É de certa forma surpreendente que os grandes símios africanos e do sudoeste asiático fossem matéria de controvérsias à época da publicação do *Origin of species*, o que explica o sucesso do livro de Huxley. Antes dele, havia descrições contraditórias sobre seres humanos pequenos, nomeados como pigmeus, e símios antropóides de diversas naturezas, inclusive descritos como monstros imensos e invencíveis. O número e o nome das espécies variavam grandemente.

Huxley, em seu livro, retoma as descrições mais antigas e as descrições confiáveis mais recentes, inclusive as de Alfred R. Wallace, o qual, à essa época estava no arquipélago malaio, coletando centenas de milhares de espécimes, inclusive realizando experiências com bebês orangotangos. Huxley recebia seus relatos em primeira mão e os acompanhava com muito cuidado. Realiza inclusive estudos filológicos, procurando significados mais profundos para os nomes atribuídos aos símios, concluindo, por exemplo, que o nome “mandril” era inglês e que significava “parecido com o homem” em inglês castiço (Huxley, 1863 / 1961, p. 20).

Os desenhos que aparecem em textos antigos são examinados por ele de forma crítica. A referência mais antiga que ele diz conhecer é

de 1598, de autoria de Felipe Pigafetta, que se baseou no relato de um navegador português, Eduardo Lopes, após sua expedição ao Congo africano. Pigafetta diz em seu livro, baseado no relato do navegador português, que as pradarias próximas ao rio Zaire estão repletas de símios que se esmeram em imitar os gestos e as expressões humanas (Huxley, 1863 / 1961, p 10)

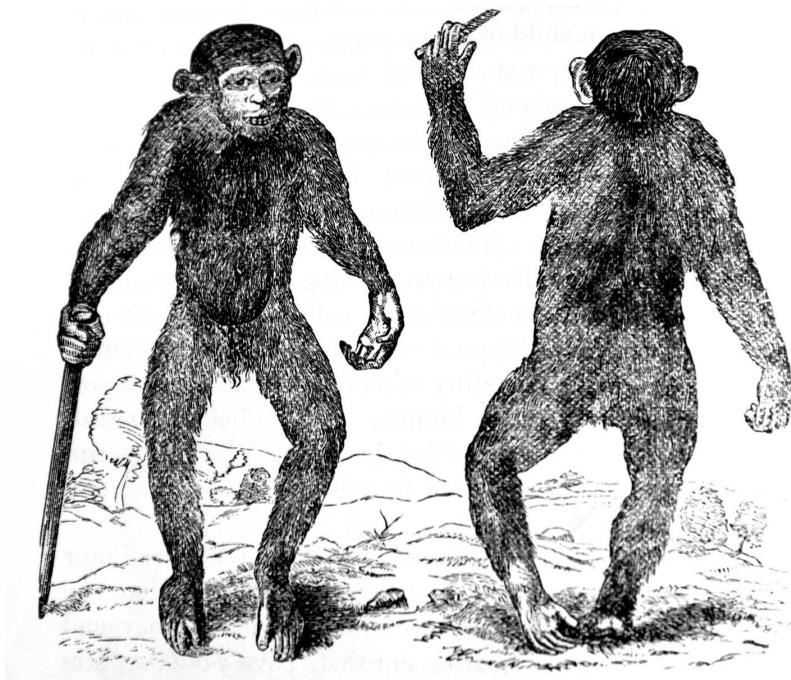
Huxley localiza na literatura antiga duas espécies distintas de símios antropóides. Uma delas, a maior, era chamada “pongo” na linguagem local, e a menor era chamada “engeco”. O “pongo” seria muito parecido com os humanos, mas um animal perigoso. Ele dormiria em árvores, construiria abrigos para a chuva e havia muitas histórias de enfrentamentos com humanos. Eles teriam matado muitos negros africanos. Apesar de diversos atributos humanos, prosseguia o relato antigo, eles eram incapazes de falar e de fazer fogo (*ibid.*, p. 10). No entanto, eles o admiravam, pois ao encontrar um acampamento humano recém utilizado, era comum que os pongos se aproximassem e se sentassem em volta do que sobrara da fogueira.

O “engeco” mais tarde restou comprovado que se referia a relatos de filhotes do mesmo animal, que no Gabão eram chamados “enché-eko” (Huxley, 1863 / 1961, p. 61). As confusões entre animais adultos e filhotes eram bastante comuns e levaram a diversas descrições equivocadas de espécies supostamente diferentes.

Nenhum pongo adulto tinha sido capturado vivo, pois eles eram tidos como muito fortes e organizados. Eles usariam clavas para bater em elefantes visando espantá-los, quando eles começavam a se alimentar em sua área. No entanto, alguns pongos jovens tinham sido capturados com dardos envenenados. Como o filhote anda agarrado à mãe, matando-a tinha sido possível capturar alguns bebês pongo. O livro ainda dizia que quando um pongo morria em seu meio, os demais o cobriam com folhas e gravetos, como em um ritual de sepultamento.

Huxley lia essas descrições de forma crítica, entendendo que poderia haver alguma distorção introduzida pela distância, seja no tempo, seja no espaço. Um esforço para localizar nos mapas contemporâneos os nomes que apareciam naquele relato é também empreendido, mostrando que aquilo que hoje chamamos de Camarões, Congo,

República Democrática do Congo e Gabão são as regiões de onde os relatos foram tomados. Os pongos eram, na opinião de Huxley, nitidamente chimpanzés, como o do relato de Edward Tyson, de 1699, que trazia figuras intermediárias entre um ser humano e um chimpanzé, que trouxeram grande impacto, que ele chamava de “pigmeu”. A descrição que acompanhava as imagens (ver fig. 1) era suficiente para identificá-lo como um jovem chimpanzé, que media pouco mais de meio metro de comprimento.



**Fig 1.** Reprodução da figura que aparece no livro de Edward Tyson, de 1699, redesenhada em Huxley, 1863 / 1961.

Huxley discute os macacos denominados “antropomorpha” por Lineu, que são descritos como *Troglodita bontii*, *Lucifer aldrovanti*, *Satyus Tulpii*, e *Pyhgmaeus eduardi*, que aparecem em seu livro *Amonitates academicae*. O primeiro é tido, na edição padrão do *Systema naturae* como pertencente ao gênero *Homo*, em verdade uma

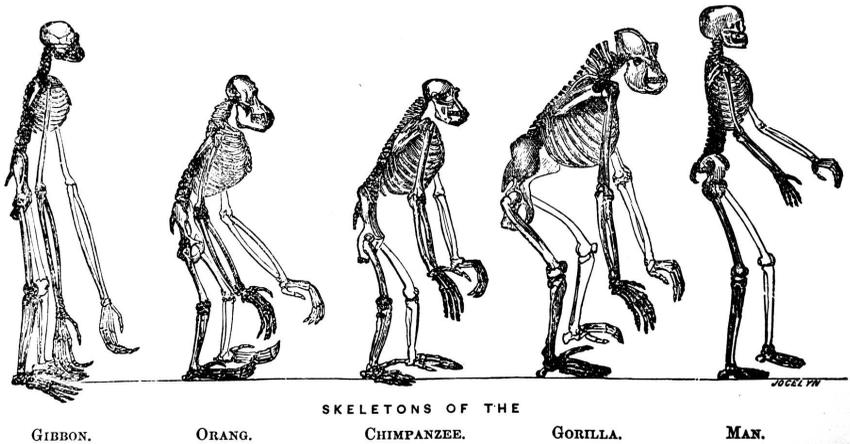
segunda espécie de ser humano, correspondendo a uma antiga descrição do orangotango. Ela teria exagerado na similaridade com os seres humanos, provavelmente por conta da maneira como os povos de Bornéu e Sumatra tratam desses macacos, tidos como “homens da floresta”. Já Buffon, nos diz Huxley, ao escrever sua grande obra, especificamente o livro XIV, teve a sorte de examinar um filhote de chimpanzé e um macaco asiático, mas teve notícia do mandril e do orangotango apenas indiretamente, por relatos e leituras (Huxley, 1863 / 1961 p24-5).

Muitos relatos foram originados do trabalho de naturalistas holandeses em suas colônias do sudoeste asiático e, como conseqüência das ocupações napoleônicas, o material foi levado para a França, onde diversos esqueletos foram examinados por Geoffroy Saint Hilaire e por Cuvier. Este último, segundo Huxley, descreveu o animal originário daquela região como “Pongo de Bornéu”, confundindo o orangotango com o chimpanzé (Huxley, 1863 / 1961 p30)

Foi apenas em 1847 que um crânio de um animal muito maior do que o chimpanzé foi achado e, com informações dos nativos do Gabão, reconhecido como um símio antropóide muito maior, que os nativos denominavam “Enge-ena”. Seu descobridor, Dr. Savage, resolveu evitar toda a confusão de nomes e atribuir-lhe um nome retirado de um antigo relato do cartaginês Périplo de Hanno, que teria encontrado um enorme símio em uma ilha africana, tendo denominado-o “gorilla”. Este nome foi adotado como nome específico para a nova espécie.

O primeiro capítulo do livro de Huxley, é pois, a primeira revisão taxonômica dos grandes primatas realizada de forma sistemática, na qual são recolhidos os relatos mais importantes, as publicações mais conhecidas, e estabelecidas sinonímias, deixando claro que os símios antropóides, além do gibão asiático, eram o orangotango de Sumatra e Bornéu, o chimpanzé e o gorila africanos. Essa síntese parece estar na base de uma das maiores confusões estabelecidas sobre a evolução humana. No livro o esqueleto desses símios aparecia ao lado um do outro, tendo um esqueleto humano ao final. Tratava-se de uma reprodução de uma ilustração realizada por Waterhouse Hawkins, a partir de exemplares conservados no *Royal College of Surgeons*, na

qual o esqueleto inicial, o do gibão, tinha sido ampliado duas vezes (ver fig. 2).



**Fig 2.** Reprodução dos desenhos de Mr. Waterhouse Hawkins, feitos a partir dos espécimes reais do museu do *Royal College of Surgeons*. O tamanho do gibão foi ampliado duas vezes.

Essa imagem foi interpretada como sendo uma conclusão da rota evolutiva da espécie humana, que teria passado do gibão ao orangotango, deste ao chimpanzé, e este, teria se transformado em gorila, tendo o ser humano como etapa final. É evidente que a imagem transmitiu – e transmite até hoje – uma idéia muito diferente do que o autor do livro que a usou pretendia com ela.

Tendo estabelecido, portanto, quais eram os macacos parecidos com o homem, Huxley passou a descrever suas características, que eram surpreendentemente parecidas com os seres humanos. Ele tratava de características físicas, mas também de detalhes comportamentais, tais como as reações dos bebês orangotangos ao serem amamentados, dados que tinham sido recentemente enriquecidos pelas descrições de Wallace provenientes do sudoeste asiático. A distribuição geográfica das espécies é discutida com base em relatos cuidadosos, remetendo a fontes e citando os autores.

As características dentárias eram surpreendentes. Não apenas o

número de dentes dos macacos era idêntico ao humano, como também sua distribuição entre os diferentes tipos (a chamada fórmula dentária). Temos os mesmos incisivos, caninos, pré-molares e molares que os grandes macacos. O livro de Huxley é, ao mesmo tempo, o primeiro livro de etologia de primatas, dado o cuidado com que seleciona e descreve os hábitos alimentares, reprodutivos e detalhes da biologia dessas quatro espécies.

Huxley reconhece que na época havia um razoável conhecimento dos hábitos do gibão, bastante conhecimento dos hábitos do orangotango, mas pouco sobre os chimpanzés e quase nenhum sobre o recém-descrito gorila. Assim, o livro de Huxley oferece uma leitura deliciosa e surpreendente sobre o comportamento dos grandes macacos. É impossível lê-lo sem projetar nas vívidas descrições os hábitos de algum parente conhecido. “Os orangotangos, segundo os nativos Dyaks, dificilmente saem da cama onde dormem antes das nove da manhã e para ela voltam perto das cinco da tarde” (Huxley, 1863 / 1961, p. 48). Na chuva e no frio, eles se cobriam com folhas, em especial a cabeça e dormiriam em posições idênticas às dos humanos, às vezes segurando a cabeça com as mãos. Não havia notícia de que fossem caçadores, alimentando-se de folhas e brotos tenros. O canibalismo é examinado a partir de relatos que incluem os humanos nativos da África e Brasil.

Neste ponto, a lógica do livro se revela de maneira bastante sutil. Ao examinar a postura ereta, Huxley utiliza a referência humana de modo pertinente, pois genérica. Mas, ao tratar de hábitos alimentares, ele se remete, antes que a um ser humano genericamente ereto, a povos vistos como primitivos, particularmente os habitantes dos mesmos lugares em que tinham sido tomadas informações sobre os símios antropóides, e os indígenas brasileiros. Aqui fica evidente como a mente britânica colonialista via a escala da natureza e, indelevelmente, deixava escapar o ato falho da sucessão de esqueletos da figura do início do livro: o último esqueleto humano não era o de um “civilizado”! A figura que aparece neste ponto do livro (ver fig. 3) é de um “açougue humano”, tomada do livro de Felipe Pigafetta, de 1598.



Fig 3. “Açougue humano”, reprodução de ilustração de livro de 1598, que reproduziria uma prática supostamente comum entre um povo chamado “Anziques”.

É surpreendente a credibilidade que confere ao relato e à imagem, diante de restrições explícitas levantadas contra outros relatos muito mais recentes. Os habitantes do Congo seriam canibais atroz, comendo uns aos outros “sem respeitar nem relações de amizade nem de parentesco”.

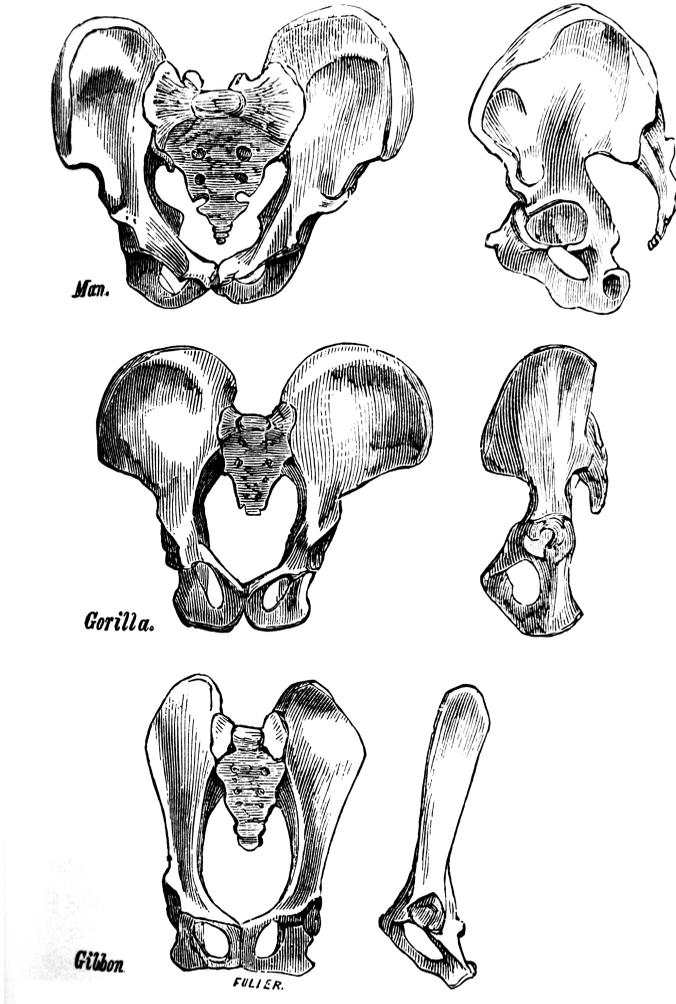


Fig 4. Reprodução dos ossos da pelve do ser humano, do gorila e do gibão, a partir de desenhos originais de Waterhouse Hawkins.

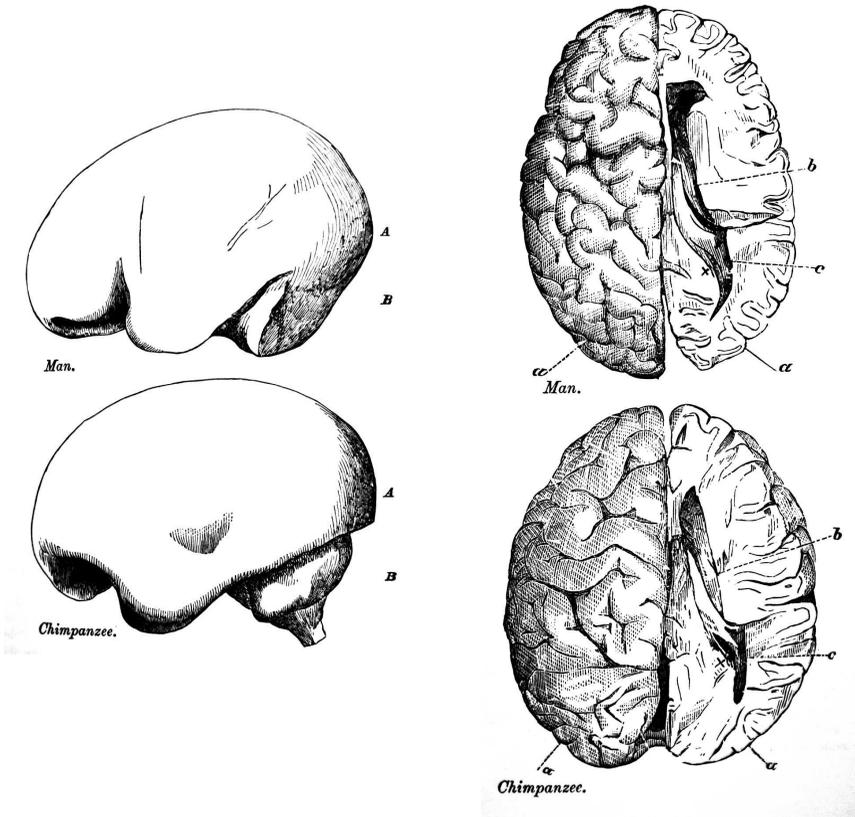
Na segunda parte do livro será feita uma exposição detalhada da embriologia dos vertebrados, mostrando as similaridades do desenvolvimento embrionário entre diferentes animais. Em seguida, são apresentados estudos anatômicos de diversos ossos e do cérebro, este com exceção do gorila, que ainda não tinha sido obtido. Os desenhos, de Waterhouse Hawkins, demonstram com clareza uma similaridade impressionante (ver fig. 4). Os grandes ossos da bacia, os pequenos ossos das mãos e dos pés, bem como o aspecto externo e interno do cérebro são apresentados fora de escala, como se tivessem todos a mesma dimensão, o que aumenta ainda mais a sensação de similaridade. Em vez de alertar o leitor para a distorção de tamanho, Huxley inseriu a observação de que eles tinham sido feitos a partir de exemplares reais “do mesmo tamanho absoluto”<sup>2</sup>.

Huxley tinha justificado as distorções, sem utilizar esse termo, falando de correlações de tamanho de partes. O tamanho relativo da coluna vertebral do gorila tinha correspondência com outras partes ósseas e permitiria comparações com outras espécies. O tamanho do braço do gorila seria 115% do tamanho da coluna vertebral, a perna seria 96%, a mão 36% e o pé 41%. No bosquímano, o braço mediria 78% de sua coluna, a perna mediria 110%, a mão 26% e o pé 32%. Em um europeu as mesmas dimensões seriam 80%, 117%, 26% e 36%.

As imagens sobre o cérebro de chimpanzés e humanos são outro momento impressionante. Os desenhos feitos a partir de exemplares “com o mesmo tamanho absoluto” provocam a sensação de grande similaridade e são argumentos eloqüentes em defesa de uma tese particular. Mas mais do que isso, elas são facilmente entendidas pelo cidadão leigo, que se vê diante de evidências aparentemente incontestáveis de semelhança. Ela, por sua vez, custa a ser explicada por outra maneira além do parentesco (ver figs. 5a e 5b).

---

<sup>2</sup> Por exemplo, estão reproduzidos os ossos da bacia do ser humano, do gorila e do gibão mas reduzidos a partir de desenhos feitos de exemplares reais, no mesmo tamanho absoluto (“reduced from drawings made from nature, of the same absolute length”, Huxley, 1863, p. 91).



**Fig. 5.** Reprodução dos moldes internos do crânio de um chimpanzé e de um ser humano (5a) e de um corte do cérebro das duas espécies, “de mesmo tamanho, para mostrar as proporções relativas das partes” (5b).

O final desta parte é uma defesa explícita e muito eloqüente da teoria da seleção natural de “Mr. Charles Darwin”, argumentando a falta de razão para diferenciar a espécie humana de qualquer outra no que diz respeito aos processos biológicos de modificação<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> As últimas páginas da segunda parte foram separadas como um apêndice sobre a polêmica que envolvia a discussão das similaridades anatómicas do cérebro do ser humano e dos macacos, com uma vigorosa crítica aos métodos e resultados do Dr. Richard Owen, do Museu Britânico, um oponente de vulto às teses evolucionistas.

A terceira parte do livro aborda os fósseis humanos, incluindo descobertas das cavernas de Engis, na Bélgica, descritas em 1833 pelo Professor Schmerling, e o então recente achado do vale do rio Neander, na Alemanha. A análise persegue a tradição antropológica de Blumenbach, que tinha realizado um estudo das diferenças entre os crânios das diferentes raças humanas. Novamente, a análise atribuía aos humanos modernos diferentes graus de proximidade com os fósseis achados.

Os crânios humanos aparecem a seguir, sendo reproduzidos um crânio “ortognata”, de um homem branco, e um crânio “prognata” de um homem negro. Os crânios de povos “primitivos”, como os aborígenes australianos, pareciam ser os maiores candidatos a parentes próximos do crânio neandertal. Não tardaria para que o argumento dos “parentes prognatas” voltasse a ser utilizado por Huxley.

A reação pública ao livro de Huxley lembra muito o que vemos hoje em dia com os dados da biologia molecular em seus estudos comparativos entre homem e chimpanzé. Da mesma forma, as descobertas em chimpanzés de comportamentos tidos como exclusivamente humanos, como a transmissão cultural e o sorriso do recém-nascido em chimpanzés, causam espécie ainda hoje, pois nos mostram grande semelhança com nossos parentes símios.

### 3 A ABOLIÇÃO DA ESCRAVATURA

A contrariedade com a escravidão do negro é um dos aspectos mais difundidos dos elaboradores do darwinismo original. Isto, de certa forma, corrobora aquela imagem do darwinismo “clean”, em oposição a um “darwinismo social”, uma aplicação supostamente desautorizada de sua versão original.

Pouco depois da publicação do livro de Huxley, ele publicaria uma defesa explícita da emancipação do negro, no calor da guerra civil norte-americana. Seu texto “Emancipation: black and white”<sup>4</sup> tem um início surpreendentemente claro, ao retomar a tese do “pa-

---

<sup>4</sup> O texto foi originalmente publicado em 1865 como um artigo avulso em um jornal literário e republicado como capítulo III do livro *Science and education essays*, tomado aqui como referência.

rente prognata” a justificar as políticas abolicionistas. Segundo Huxley, seria descabido querer colocar em dúvida que do ponto de vista intelectual, a média dos brancos caucasóides é superior à média dos negróides. Para ele, esta era uma afirmação auto-evidente, que resultava, provavelmente, de uma comparação das culturas de povos africanos e europeus em pleno período colonial. O domínio europeu na África e na Ásia talvez fosse tomado como indicativo dessa suposta superioridade, método aliás muito cômodo para um europeu daquela época<sup>5</sup>.

Prosseguindo, Huxley explicava essa diferença pelas características craniais das duas formas: o ortognata europeu caucasóide tinha uma mandíbula modesta, mas capacidade craniana maior, enquanto o “parente prognata” tinha uma mandíbula saliente e muito potente, mas capacidade cerebral reduzida. Assim, ele dizia, a escravidão difunde a impressão de que a inferioridade do negro é um resultado de nossa organização social e não um fato da natureza, numa contenda que tem que ser resolvida pela capacidade de raciocínio e não na habilidade de arrancar nacos de carne com os dentes. Ele acrescentava que esta deveria ser a base para todas as políticas abolicionistas, que conduziriam os negros a um estado de inferioridade supostamente natural, com o qual eles haveriam de se conformar (Huxley, 1865 / 1893, p. 67).

O restante do texto, originalmente publicado em um jornal literário em 1865, é dedicado ao exame do tratamento dispensado à mulher e é surpreendentemente avançado ao analisar a maneira como a educação e as convenções sociais relegam a mulher a uma condição de acesso restrito à informação e ao exercício da cidadania. Aliás, nisso se alinhava com um dos últimos escritos de Buckle, antes de sua morte precoce. A tese, ao final do texto é a de que não há justificativa biológica para não investir no desenvolvimento intelectual da mulher tanto quanto se investe no do homem em termos de escolaridade e oportunidades sociais. Huxley reconhece as diferenças físicas, como a relacionada ao desenvolvimento muscular, por exemplo, mas

---

<sup>5</sup> É interessante que o passado não é considerado nessa época, por exemplo, na época do Egito Antigo, quando a Europa e seus povos caucasóides bem poderia ser descritos como “bárbaros primitivos”.

mantém uma posição inovadora para a época, ao defender as demandas por igualdade entre os sexos, que já existiam àquela época.

#### 4 AS PROMESSAS PARA O HOMEM

Não seria surpreendente que, uma vez encontrada aceitação crescente nas sociedades científicas, nos políticos e no povo em geral, os evolucionistas não continuassem a explorar as conseqüências de suas teorias na busca de melhorias para a vida humana. Se a seleção atua para tornar os seres vivos mais bem adaptados a seu ambiente, não deveríamos também procurar tornar os humanos mais felizes, mais livres de doenças, mais “perfeitos” a cada geração?

O resultado dessas conjecturas apareceria ainda na mesma década, fruto da elaboração de um parente de Darwin, seu primo Francis Galton, um rico financista e viajante exótico, matemático brilhante, autor de *Hereditary genius*. Ele foi autor de uma vasta obra, inclusive desenvolvendo ferramentas matemáticas importantes (como a correlação e regressão). Em seu livro, Galton defendia a aplicação ao ser humano de todo conhecimento disponível à época, para que as gerações futuras nascessem mais saudáveis, mais inteligentes e sem vícios. A eugenia, como acabou sendo chamada, foi resultado direto de um grupo de formuladores originais do darwinismo, em sua empreitada, em fins da década de 1860 e início de 1870, a caminho de uma “tecnologia racial”, que pudesse trazer benefícios concretos. Foram produzidos diversos artefatos naquele curto período.

Uma dessas contribuições seria pregar o fim das campanhas de vacinação. A varíola, como defendeu Darwin em seu livro sobre o homem, de 1871, poderia eliminar os seres humanos fracos, nascidos com uma capacidade orgânica menor, o que livraria as futuras gerações desse mal. O incentivo ao casamento de pessoas saudáveis era outra das recomendações, assim, como o desestímulo ao casamento de pessoas tidas como não saudáveis, saudando as conclusões de Galton e indo inclusive além, ao prever que práticas eugênicas trariam o bem-estar social de gerações futuras, impedindo-se a procriação dos fracos de corpo e mente e daqueles que “não podem evitar a pobreza para os próprios filhos” (Darwin, 1871 / 1982:710-1).

Antes de chegar ao pesadelo do nazismo, bastaria lembrar que a

Suécia tinha inaugurado em 1926 um Instituto de Biologia Racial que cuidava de esterilizar pessoas tidas como portadoras de defeitos físicos, como a miopia, por exemplo. Legislação eugênica foi implantada em diversos países, inclusive nos Estados Unidos, e as políticas eugênicas, deve-se lembrar, contaram com grande apoio nos meios científicos.

A Biologia Molecular já nos torna acessíveis informações até pouco tempo impensáveis. Por exemplo, já está disponível um teste para determinação de sexo na gravidez, que é eficiente desde as primeiras semanas. Trata-se de uma aplicação originada do seqüenciamento do genoma humano, baseada no reconhecimento de seqüências específicas do cromossomo *Y*. Hoje tem custo aproximado de um salário mínimo, o que o coloca ao alcance de grande número de pessoas da classe média.

Aproximações teóricas como as que descrevemos na origem do darwinismo original tendem a ser particularmente perigosas hoje em dia, quando pretendemos colocar em uma escala de valoração padrões humanos, rotulando variações físicas e culturais como melhores ou piores, primitivas ou evoluídas. As teses evolucionistas foram incorporadas por sociedades mantidas por economias coloniais, nas quais as noções de superioridade e inferioridade eram essenciais para seu funcionamento. As teses darwinistas, de forma recíproca, acolheram essa visão de mundo hierárquica e se desenvolveram de forma tecnológica. Sem incorrer no equívoco do anacronismo, trata-se de escrutinar o empreendimento científico contemporâneo a partir das lições do passado.

Isso não nos permite, ao mesmo tempo, condenar qualquer iniciativa de uso do termo “raça”, tentando fazer coincidir um conceito biológico com uma manifestação de intolerância, superioridade ou racismo. Hoje, os transplantes de órgãos envolvem pessoas que precisam de doadores compatíveis e isso está relacionado diretamente com a história evolutiva de nossa espécie, com nossa dispersão pelo planeta, conseqüente diferenciação e posterior introgressão devida a fatores migratórios.

Tanto quanto reprovar essa verdadeira censura obscurantista do uso do termo “raça humana” cabe questionar a suposta neutralidade

do empreendimento científico moderno. Tanto quanto ontem, não podemos dizer que alguns cientistas sejam ideologicamente neutros e intrinsecamente bondosos a ponto de permitir que sejam removidos todos os obstáculos éticos e morais para que a ciência progrida. Se ela deve progredir a todo custo, é preciso definir em que sentido esse “progresso” deve se dar e contar com a aprovação de todos os segmentos, inclusive os eventualmente prejudicados.

É evidente que o esclarecimento de todos os cidadãos é essencial para que qualquer decisão possa ser verdadeiramente democrática, refletindo antes que a existência de uma nobreza com prenomes acadêmicos sofisticados, que vê os termos “barão” e “duquesa” substituídos por outros do tipo “PhD” ou “Full Professor”. O entendimento público da ciência está na base desse processo e a melhoria da qualidade da educação básica é um de seus pré-requisitos.

Bastaria lembrar do que escreveu Wallace no final de seu livro sobre a terra do orangotango, com uma dedicatória à Darwin:

Deveríamos reconhecer claramente que a riqueza e o conhecimento e a cultura de alguns poucos não constituem civilização, e que por si sós não podem nos garantir o estado de ‘perfeito bem-estar social’. Nosso vasto parque manufatureiro, nosso gigante comércio, nossas cidades cheias de gente, apóiam e continuamente renovam uma massa humana de miséria e crime absolutamente maior do que jamais existiu antes. (Wallace, 1869, vol. ii, p. 341)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIZZO, Nelio M. V. Darwin on man in the *Origin of species*: further factors considered. *Journal of the History of Biology* **25** (1):137-147, 1992.
- DARWIN, Charles. *Origin of species*. London: John Murray, 1859.
- . *A origem do homem* [1871]. São Paulo: Hemus, 1982.
- GALTON, Francis. *Hereditary genius: an inquiry into its laws and consequences* [1869]. London: England MacMillan & Co Limited, 1914.
- HUXLEY, Thomas Henry. *Man’s place in nature* [1863]. s / 1, Uni-

versity of Michigan Press, 1961.<sup>6</sup>

———. Emancipation: black and white [1865]. Pp. 66-75, in: HUXLEY, Thomas Henry. *Science and education essays*. Akron, Ohio: The Werner Company, 1893.

SCHWARCZ, L. M. *O espetáculo das raças: instituições e questão racial no Brasil, 1870-1930*. São Paulo: Cia. das Letras, 1993.

TYSON, Edward. *A philological essay concerning the pygmies of the ancients* [1699]. New York: Kessinger, 2003.

WALLACE, Alfred Russel. *The Malay Archipelago: the land of the orangutan and the bird of paradise: a narrative of travel with studies of man and nature*. 2. ed. London: Macmillan, 1869.

YOUNG, Robert Maxwell. Darwinism is social. Pp. 609-38, in: KOHN, David (ed.). *The Darwinian heritage*. Princeton: Princeton University Press, 1985.

---

<sup>6</sup> Fac-símile da edição original de 1863.

## A visualização da natureza e o entendimento do mundo vivo

Palmira Fontes da Costa\*

He verdade, diz M. Adanson, que há muitas coisas nos entes orgânicos, que não se podem exprimir em Estampas, e são só próprias das descrições; mas não se pode duvidar tãoobem que ha algumas nos ditos entes, e hum não sei qué nas suas physionomias, que so he privativo à pintura ou desenho de exprimir e de que nenhuma descrição pode dar noções claras. He por esta razão que será sempre necessário reunir as figuras às descrições, e as descrições às figuras, como servindo humas às outras de hum recíproco socorro. (Félix Avelar Brotero, *Compêndio de botânica*, 1788)

### 1 INTRODUÇÃO

A grande importância da observação no desenvolvimento da História Natural e da Biologia faz com que estes domínios do saber tenham uma história visual bastante rica. No entanto as imagens tiveram, e em larga medida continuam ainda a ter, um lugar subsidiário na historiografia destas e de outras áreas da ciência, sendo a sua utilização muitas vezes circunscrita à evocação de figuras e de ambientes. Um dos obstáculos à utilização crítica de representações visuais como fontes históricas é a tendência de se pressupor que existe uma relação unívoca entre a representação visual e a realidade. É também

---

\* Unidade de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516, Monte de Caparica, Portugal. E-mail: pfc@mail.fct.unl.pt

freqüente os historiadores da ciência condicionarem o significado das imagens ao texto que as acompanham. Na realidade o papel secundário que lhes é atribuído na análise histórica pode ser associado à convicção de muitos estudiosos de que o pensamento humano reside nas palavras (Baigrie, 1996, p. xviii). É ainda habitual o uso indiscriminado de imagens fora do seu contexto e período histórico em trabalhos de história da ciência, não sendo esta negligência para com a cronologia tolerada no tratamento do texto das fontes originais (Dickenson, 1998, pp. 7-8).

No seu pioneiro e influente artigo sobre a emergência da linguagem visual na geologia, Martin Rudwick atribui o estatuto acessório das imagens na história da ciência ao facto de não existir, nesta área, uma tradição intelectual na qual os modos de comunicação visuais são tidos como essenciais na análise histórica e no entendimento do conhecimento científico (Rudwick, 1976). Neste artigo Rudwick não só defende uma análise cuidada da componente visual das fontes primárias da história da ciência, como evidencia o papel crucial da imagem no processo de entendimento do mundo vivo e, em particular, dos desenhos de fósseis de Georges Cuvier.

Nos últimos dez a quinze anos tem-se assistido a um crescente interesse sobre comunicação científica não verbal e, em particular, sobre o papel das representações visuais como fonte de acesso e parte integrante do conhecimento da história da ciência. Estes estudos incluem contribuições tão diversas como o influente artigo de Lorraine Daston e Peter Galison sobre a relação entre processos de visualização e a noção de objectividade científica (Daston & Galison, 1992), o artigo de Martin Kemp sobre os significados de uma representação ser considerada “fiel à verdade” para anatomistas do século XVI ao século XVIII (Kemp, 1993) e o artigo de Sachiko Kusukawa sobre Leonard Fuchs e a problemática da importância das imagens na obtenção e difusão dos conhecimentos de história natural (Kusukawa, 1997). É também de destacar a publicação recente de edições, com vários colaboradores, sobre a temática do papel da visualização na história da ciência e sobre as relações entre ciência e arte (Mazzolini, 1993; Jones & Galison, 1998).

O principal objectivo deste artigo é o de abordar algumas das

questões suscitadas pela historiografia relacionada com a visualização da natureza. Em particular o que significou, para diferentes actores históricos, uma “boa representação da natureza”? De que modo as convenções pictóricas de uma época, bem como os meios técnicos disponíveis, influenciaram as representações da natureza? Quais foram as diferentes estratégias utilizadas na representação das características gerais dos seres vivos em contraste com a visualização das suas particularidades? Foi sempre pacífica a utilização de representações visuais nos textos de história natural? Qual foi, em distintos períodos e locais, o papel da imagem no entendimento do mundo vivo? Pretende-se, ainda, analisar o significado histórico de algumas das visualizações da natureza produzidas no contexto da empresa colonial portuguesa ao longo dos séculos XVI a XVIII.

## 2 AS VIRTUDES E AS LIMITAÇÕES DO ESTILO NATURALISTA

No final do manuscrito *Um sumário dos Reis de Portugal* encontra-se representado um rinoceronte oferecido ao Rei D. Sebastião em 1577<sup>1</sup>. A ilustração, da autoria do artista Pero de Andrade Caminha, foi efectuada de acordo com os princípios do estilo naturalista desenvolvido na época do Renascimento (Ackerman, 1985). Ou seja, diz-se ter sido baseada na observação do exemplar vivo (*ad vivum*) de modo a “ser fiel à natureza”. Foi também atribuída particular atenção ao detalhe e aos efeitos de luminosidade de modo a conferir à imagem uma aparência fidedigna e realista. Trata-se da ilustração do segundo rinoceronte enviado pelos portugueses para a Europa. A representação de dois chifres e a designação do animal pelo nome de *abada* indicam ter origem africana. A imagem é acompanhada de uma breve descrição sobre as características físicas do animal, o seu temperamento, os seus hábitos alimentares e as suas virtudes terapêuticas:

Esta é a ilustração de uma fêmea que não é tão veloz como o macho e tem as orelhas mais compridas. Chamam-lhe na língua da terra a-

---

<sup>1</sup> Parece ter sido este o rinoceronte enviado para Madrid em 1582 como oferta a Filipe II, então também rei de Portugal (Castilho, 1940-1944, vol. 2, p. 173).

bada. É muito mansa e vagarosa. Come quanto lhe dão. *Silicet*. Palha, cevada, trigo e os mais legumes, será tamanha como um boi grande. Dizem que tem muita virtude para sarar gafos e que um negro que tinha cuidado dela que com o seu bafo para dormir a par dele que sarou e que o sangue aproveita para muitas enfermidades [...] Tem-na El-Rei em grande estima quiz la aqui desenhar por ser cousa nova a nós e muito estranha a dar fim a este livro pois neste tempo veio (*apud* Almeida & Rodrigo, 1992, p. 47).

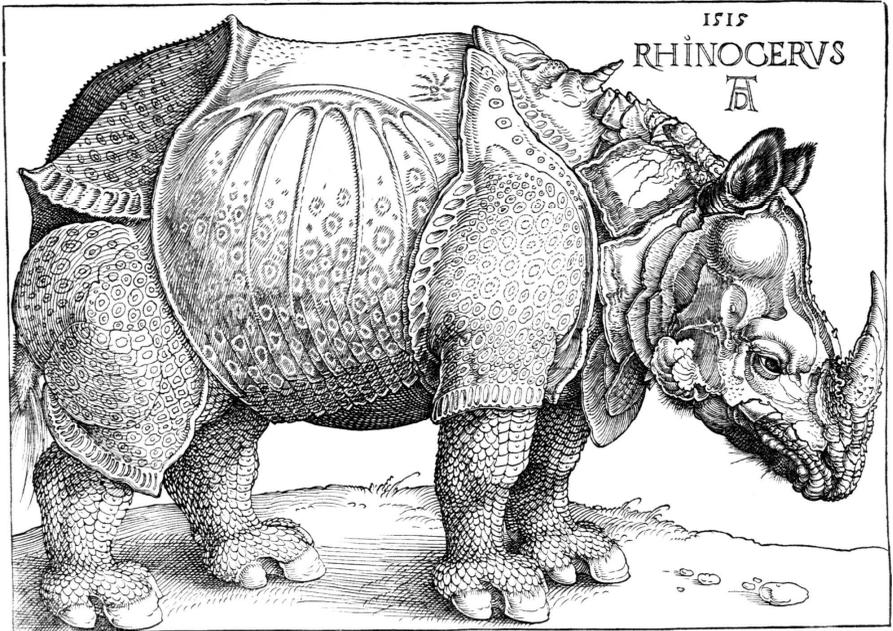
Independentemente do seu significativo grau de realismo, o limitado acesso a esta imagem implicou, no entanto, que a mesma não tivesse qualquer impacto no conhecimento deste animal. Esta situação contrasta nitidamente com a representação, da autoria de Albrecht Dürer, do primeiro rinoceronte enviado pelos portugueses para a Europa (fig. 1).

Está amplamente demonstrado que este artista não teve acesso directo ao animal, tendo sido a sua representação baseada no desenho de um português anónimo enviado pelo impressor Valentim Fernandes conjuntamente com a sua descrição.<sup>2</sup> No entanto a imagem de Dürer viria a ser considerada a “verdadeira representação” do rinoceronte durante mais de dois séculos (Cole, 1953). Uma parte significativa do seu sucesso está associada ao facto deste artista ter sido exímio nas convenções do estilo naturalista. Ainda mais importante terá sido o facto de Dürer ter sido um excelente gravador o que rapidamente permitiu obter cópias impressas do desenho original com grande qualidade.

Contudo se, por um lado, a impressão de imagens abria novas possibilidades à sua difusão, por outro, os elevados custos associados à gravação de novas imagens, bem como a inacessibilidade de animais raros no continente europeu, contribuíram para a proliferação de cópias de ilustrações do mundo natural em obras dos mais diversos autores. A imagem do Rinoceronte de Dürer tornar-se-ia o caso emblemático desta situação. No entanto muitas outras imagens sofreram um processo idêntico de plágio.

---

<sup>2</sup> A missiva original parece ter-se perdido mas existe uma cópia em italiano na Biblioteca Geral de Florença. Uma tradução em francês é apresentada em Costa, 1937, pp. 33-41.



**Figura 1.** Rinoceronte numa xilogravura de Albrecht Dürer datada de 1515.

Segundo William B. Ashworth a cópia de imagens era mesmo a regra e não a exceção durante os séculos XVI e XVII (Ashworth, 1985). O autor defende que a produção de imagens científicas teria atingido um período de maturidade entre 1530-45, a seguir ao qual entrou num declínio rápido ao qual esteve associada a tentação irresistível, por parte dos impressores, em utilizarem cópias ou cópias de cópias de ilustrações já publicadas. Na realidade os impressores eram livres de reutilizar gravações de imagens nas suas publicações, de as emprestarem ou de as venderem a outros impressores. Este autor questiona-se sobre o porquê de algumas das ilustrações renascentistas terem exercido tanta autoridade num período em que outros tipos de autoridade eram postos em causa. A sua sugestão é a de que a utilização de algumas ilustrações é perpetuada exactamente por isso mesmo. Ou seja, as que assumem mais importância no ciclo de cópias são as que não têm significado emblemático. Elas representam

uma geração de naturalistas que começou a observar directamente a natureza. A única ironia é a de que estas figuras não emblemáticas são copiadas e recopiadas por representarem observações directas da natureza. No entanto, por virtude da sua recorrência, tornam-se elas próprias emblemas de uma abordagem não emblemática do mundo natural.

Todavia deve também salientar-se que, na época da Renascença, os avanços dos artistas na sua capacidade de representar a realidade não tinham diminuído a necessidade de, por vezes, serem empregues elementos simbólicos nas suas ilustrações do mundo natural. Um exemplo ilustrativo é o da tapeçaria flamenga “O descarregar das mercadorias”, encomendada pelo Rei D. Manuel I em 1504.<sup>3</sup> Esta obra celebra as novas oportunidades oferecidas pelo comércio de animais raros e exóticos a partir do Oriente. Inclui vários animais a serem retirados de naus portuguesas entre os quais se encontram avestruzes, diversos pássaros exóticos e animais felinos bem como um unicórnio. A inclusão deste animal mítico e altamente simbólico é indicativa de que o factual e o fabuloso podiam coexistir nas representações do mundo natural no período do renascimento. Alguns mapas portugueses desta época são também testemunho da coexistência pacífica destes dois elementos.

Uma das grandes virtudes do estilo naturalista é a de permitir criar o efeito de um observador ou “testemunha virtual”. Esta particularidade é especialmente valiosa na representação de animais e plantas raras de difícil acesso aos europeus. No entanto as mesmas características que possibilitam esta vantagem, contribuíram para que as representações naturalista fossem facilmente aceites como válidas. Isto, mesmo quando alguns dos seus aspectos ou toda a totalidade das mesmas não passavam de meras criações do seu autor. Uma imagem muito provavelmente lida nestas condições é “o retrato tirado pelo natural” do “monstro marinho que se matou na capitania de São Vicente no ano de 1566” apresentada na *História da província Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil* (1576) de Pêro de Maga-

---

<sup>3</sup> Esta tapeçaria pertence à série de tapeçarias flamengas “A Viagem a Calicutá” do mestre Gilles le Castre. A série tinha como objectivo celebrar o estabelecimento da rota marítima para a Índia (Leite, 1991).

lhães de Gândavo (Gândavo, 2004, p. 25 e 93-96 – ver fig. 2).



**Figura 2.** Monstro marinho que se matou na capitania de São Vicente no ano de 1566, in: *História da província Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil* (1576) de Pêro de Magalhães de Gândavo

Este problema não se restringia a imagens de seres aparentemente fantásticos. Sendo assim, apesar da proclamação dos autores de que as ilustrações nas suas obras são “fieis à natureza”, este poderia não ser necessariamente o caso. Deve também considerar-se que o conceito de “fiel à natureza” era distinto para diversos autores. É expressivo, por exemplo, que algumas das ilustrações de Jan van Calcar para a monumental obra *Humanis corporis fabrica* (1543) de Vessa-

lius, representam um corpo humano cuja proporção foi ajustada para estar de acordo com os cânones da proporção ideal humana. De um modo similar, as representação anatómicas de Bernhard Siegfried Albinus foram obtidas a partir da síntese de informação retirada de várias dissecações (Kemp, 1993, p. 111). Na mesma linha de análise podemos incluir imagens das obras de Leonard Fuchs representando plantas que nunca poderiam ser encontradas na natureza, uma vez que os seus vários estádios de desenvolvimento se encontram incorporados na ilustração de um mesmo ramo. Mesmo as ilustrações que procuram localizar aquilo que é típico através da representação das características particulares de um indivíduo não são necessariamente mais “fieis à natureza”. Como realçou Martin Kemp a questão crucial é a de que não existe uma única mas diversas “marcas da verdade” na representação da natureza (Kemp, 1993, p. 121).

### **3 CONTROVÉRSIAS SOBRE A IMPORTÂNCIA DA IMAGEM NO ENTENDIMENTO DO MUNDO VIVO**

Segundo John Ray “muitas pessoas consideram uma obra sobre botânica sem figuras o mesmo que um livro de geografia sem mapas” (Ray, 1848, p. 155). No entanto foi sempre considerada relevante ou mesmo imprescindível a utilização de imagens nas obras de História Natural? Plínio o Velho foi um dos primeiros autores a manifestar reservas sobre a importância das ilustrações no entendimento do mundo vivo. Na sua *História natural* expressa considerações sobre a fidedignidade duvidosa das ilustrações dos herbários gregos do I século d.C.:

Uma vez que eles [Krateuas, Dionisius e Metrodorus] pintaram a semelhança das plantas e escreveram em baixo as suas propriedades. Mas, uma imagem é enganadora quando as cores são tão variadas e, particularmente, quando o objectivo é copiar a natureza. Para além disso, a imperfeição resulta das muitas contingências associadas à cópia. Mais ainda, não é suficiente pintar apenas cada planta num determinado período da sua vida uma vez que a sua aparência se altera ao longo das estações do ano (Pliny, 1971-1989, vol. 7, livro 25, p. iv).

A questão da validade das imagens no âmbito da História Natural

ainda não se encontrava resolvida no período do Renascimento. Ela foi mesmo motivo de controvérsia entre alguns autores, dos quais se destacam Leonard Fuchs e Sebastianus Montus (Kusukawa, 1997). Enquanto Fuchs defendeu acerrimamente a utilização de imagens na história natural, Montuus procurou contestar esta posição através de vários argumentos, alguns dos quais anteriormente mencionados por Plínio.

A importância crucial da imagem para Fuchs encontra-se patente na sua obra *Comentários notáveis sobre a história das plantas...* (1542). Esta inclui mais de quinhentas representações de plantas em estilo naturalista, algumas das quais com uma correspondência directa com o seu tamanho real. Fuchs recorreu aos mais brilhantes desenhadores e gravadores da época e, em contraste com outros autores do século XVI que utilizavam as mesmas imagens para ilustrar plantas distintas, assegurou que as suas imagens de plantas tivessem uma correspondência única. Fuchs chega mesmo a afirmar que tudo na natureza pode ser melhor entendido por imagens do que por palavras:

Quem, pergunto, condenará conscientemente uma imagem que é clara e mais expressiva do que as palavras de um homem eloquente? Na realidade, a natureza foi feita de tal modo que tudo pode ser compreendido através de uma imagem. É um facto que aquilo que é explicado e delineado para os olhos numa figura provoca uma impressão mais profunda na mente do que qualquer descrição em meras palavras. É certo que há muitas plantas que não podem ser descritas por nenhuma palavra de modo a ser reconhecidas mas que, sendo colocadas perante a vista numa imagem, são reconhecidas imediatamente num primeiro olhar (Fuchs, *De historia stirpium*,  $\beta$  1r, citado em Kusukawa, 1997, p. 411).

Em oposição Montuus rejeita literalmente a importância das imagens no desenvolvimento da história natural. Um dos seus argumentos é o de que não existe uma relação fixa entre as características exteriores da planta e a suas particularidades essenciais de modo a ser possível obter inferências válidas do conhecimento de umas a partir de outras. Sustentava ainda que as características externas poderiam ser partilhadas por várias plantas e que as representações visuais obtidas através da reunião de várias características acidentais da

planta não podiam conduzir ao seu verdadeiro conhecimento. Um outro autor que também se opôs à posição de Fuchs foi Janus Cornarius ao defender que as plantas poderiam mudar a sua aparência mas reter a sua eficácia médica. Por outro lado, de acordo com este médico, uma imagem representava uma planta particular num determinado lugar e época sendo difícil a alguém encontrá-la nos campos num estádio de desenvolvimento e num lugar semelhante ao representado (Kusukawa, 1997, pp. 423-426). O pressuposto da maioria das objecções contra o uso de imagens era o de que as ilustrações de objectos naturais eram representações de objectos singulares, incluindo todas as suas propriedades acidentais, mas não a sua forma substancial ou essência. Um dos modos utilizados por Fuchs para contornar, em parte, este obstáculo foi o de procurar representar as características típicas de uma determinada planta e a visualização na mesma imagem dos vários estádios do seu desenvolvimento, técnica que seria adoptada posteriormente por outros naturalistas.

Podemos assim afirmar que o período entre 1450 e 1600 pode ser caracterizado como uma época em que não existia consenso sobre o que é que as ilustrações representavam e como elas poderiam ser utilizadas para obter conhecimento do mundo natural. No entanto os debates sobre a necessidade e o valor das ilustrações não cessaram no século XVI. Ainda no século XVIII é possível encontrar várias obras de Anatomia e de Botânica que não incluíam quaisquer imagens. Alexander Monro, por exemplo, publicou a primeira edição de *The anatomy of the human bones* (1726) sem apresentar nenhuma ilustração. A razão apontada pelo autor foi a de a obra ter sido concebida para ser lida em frente às diversas formações anatómicas mencionadas na mesma (Kemp, 1993, p. 103). As imagens eram, portanto, consideradas fracas substitutas da realidade anatómica. Em contraste é possível encontrar neste período obras de Botânica que apenas apresentam ilustrações. Um exemplo é a obra *Delineations of exotick plants* (1796-1803) de Franz Bauer cujo único texto é o prefácio de Joseph Banks. No mesmo, Banks realça que “teria sido uma tarefa inútil e uma despesa supérflua ter compilado e impresso qualquer explicação das estampas uma vez que cada figura tem como objectivo responder ela própria a cada questão que um botânico poderia

levantar” (Banks, *apud* Saunders, 1995, p. 8). Podemos encontrar uma posição intermédia no botânico português Félix Avelar Brotero:

Diz-se ordinariamente que há muitas coisas minuciosas que se devem omitir e desprezar nas descrições dos vegetais; que as descrições longas não se lêem, e que nellas não se percebe com facilidade e brevidade as diferenças características; em fim que as abreviadas são as melhores, e o que nelas falta deve ser suprimido pelas estampas (...) As estampas são na verdade de grande socorro, mas é raríssimo de encontrar alguma em que não haja defeitos e descuidos; demais disso ha muitas circunstâncias que não se podem nelas bem exprimir, as quais se podem pelo contrario bem expor nas descrições. Uma descrição, na qual se mencionasse completissimamente a forma exterior, estado orgânico, e toda a natureza de uma planta, dando-se dela uma boa estampa, seria hum fixo momento da dita planta, e não deixaria para observar a respeito della o que uma descrição abbreviada, ainda que reunida a uma boa estampa, costuma deixar (Brotero, 1788, p. lxix).

No entanto se o seu *Compêndio de botânica* (1788) apresenta trinta e uma estampas, já a sua *Flora lusitânica* (1804) não é acompanhada de qualquer imagem. A razão para esta ausência encontra-se muito provavelmente associada aos elevados custos envolvidos na realização de estampas. É o mesmo Brotero que defende a necessidade de ser criada “huma Academia protegida por algum Soberano ou pessoas ricas e com artistas tencionados [que] emprehendesse de dar todos os anos um certo numero de estampas completas dos vegetais conhecidos ate chegar a publicar todas as suas espécies e principais variedades” (Brotero, 1788, pp. lxx-lxxi).

#### **4 REPRESENTAÇÕES DE PLANTAS E ANIMAIS NO CONTEXTO DA EMPRESA COLONIAL PORTUGUESA**

Qual foi a importância atribuída pelos portugueses do século XVI às representações de plantas e animais observados no Oriente e, em muitos casos, transportados para a Europa? Os animais mais raros e de grande porte ornaram o *Livro de horas* de D. Manuel I bem como tapeçarias e mapas comissionados no seu reinado. O próprio Vasco da Gama tinha imagens de árvores e de animais da Índia pintados na

sua casa em Évora onde passou os seus últimos anos (Lach, 1965-1993, vol. 2, book 1, p. 12). O acesso a estas e outras representações encontrava-se, no entanto, confinado a membros da aristocracia. Para além da natural curiosidade que poderiam despertar, elas eram um símbolo de ostentação da riqueza e do poder alcançado pelos aristocratas portugueses no contexto dos Descobrimentos.

Por outro lado a literatura de viagens deste período inclui algumas das primeiras descrições europeias de animais exóticos acompanhadas, em raríssimos casos, das suas representações visuais.<sup>4</sup> É de realçar não só a novidade das descrições, como o facto de muitas delas serem baseadas em observações directas. Na realidade a maioria dos seus autores viajou para o Oriente, vivendo alguns deles vários anos nas regiões descritas nas suas obras, onde se encontravam envolvidos em esforços de conquista, de comércio ou de evangelização. Duarte Barbosa, o autor do *Livro do que se viu e ouviu no Oriente* escrito entre 1511 e 1516, era um notário no entreposto comercial de Cananor e António Galvão era capitão das Molucas quando escreveu um tratado sobre este arquipélago entre 1536 e 1538. No entanto este tipo de literatura teve uma grande limitação. Não foi publicada na época – alguma nunca chegaria mesmo a ser publicada – e circulou apenas em forma manuscrita. Esta situação limitou severamente o impacto destas obras em Portugal e na Europa. A questão do segredo parece ter sido uma das razões principais para a sua não publicação já que, frequentemente, as mesmas incluíam também informações de natureza geográfica, comercial e militar. Na realidade existem evidências de que existia uma política para suprimir o acesso a notícias sobre as descobertas portuguesas em territórios africanos e asiáticos (Cortesão, 1925; Lach, 1965-1993, vol. 2, book 1, pp. 8-9).

É apenas em meados do século XVI que estas restrições começam a diminuir, quando se tornou evidente que Portugal era incapaz de continuar a monopolizar o comércio das especiarias e quando passaram a existir várias incertezas sobre o futuro do império mercantil

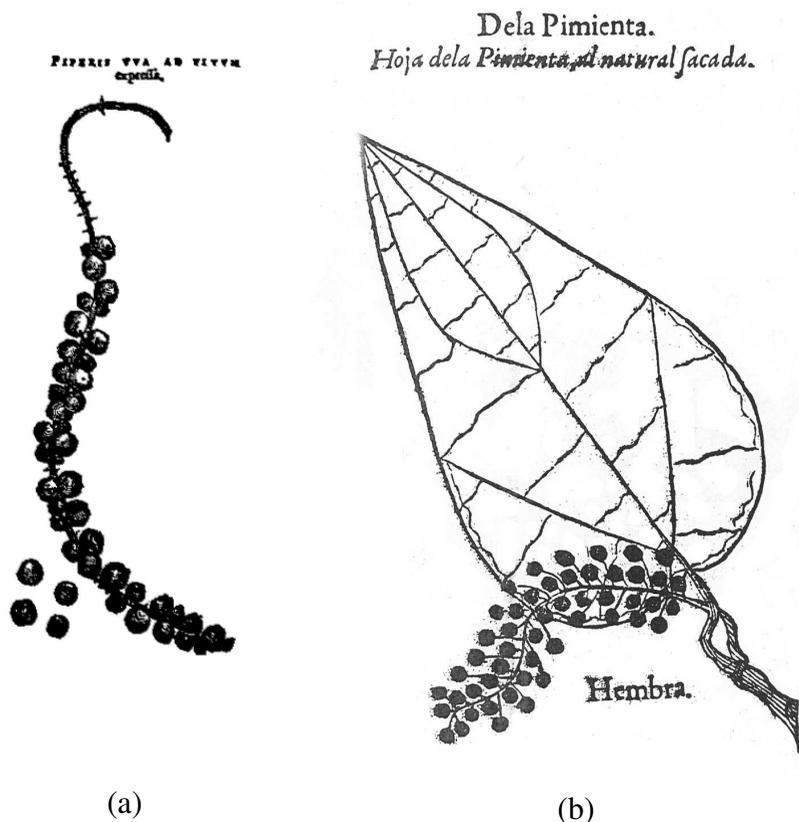
---

<sup>4</sup> Uma das raras obras que inclui representações visuais é *História das Ilhas Molucas* de Gabriel Rebelo escrita em 1561. Entre outros, apresenta a ilustração do marsupial a “filandra do oriente”, bem como a do “peixe-vaca” (Biblioteca Nacional, Códice 923).

português. Foi apenas a partir desta altura que algumas obras associadas aos Descobrimentos Portugueses foram publicadas. No entanto as ilustrações continuaram a ser raras nas mesmas. A *História da Descoberta e da Conquista da Índia pelos Portugueses (1552-1561)* de Fernão Lopes da Castanheda, por exemplo, descreve alguns animais e plantas da Ilha de Ceilão mas o texto não é acompanhado de quaisquer imagens. Em alguns casos a ausência completa de ilustrações neste tipo de literatura encontra-se relacionada com o facto de as mesmas implicarem um aumento significativo dos custos finais da obra, ainda mais quando se tratava da representação de plantas e animais desconhecidos dos europeus. A situação era especialmente agravada pela pobre tradição de gravação em talha em Portugal neste período (Soares, 1951; Martins, 1969, p. 59). Assim não é de surpreender que a maioria das ilustrações publicadas em Portugal fosse de cariz religioso. Os antigos modelos podiam continuar a ser utilizados na obtenção das mesmas estampas ou obtidos novos modelos de imagens gravadas a partir de outros países europeus, algo que seria impossível na obtenção de imagens de seres até então desconhecidos dos europeus.

Foi também apenas na segunda metade do século XVI que foram publicadas duas obras de autores portugueses especificamente interessados na história natural e, em particular, em *matéria médica*. Os *Colóquios dos simples e drogas da Índia* (1563) de Garcia de Orta seriam a primeira obra a sistematizar o conhecimento das aplicações médicas de algumas das novas plantas encontradas pelos portugueses e outros europeus na Ásia (Kapil & Bhatnagar, 1976). A obra não apresenta nenhuma ilustração, nem tão pouco conhecemos a visão de Orta sobre o valor das imagens na difusão do conhecimento médico e de história natural. O facto de a mesma se encontrar escrita na forma de diálogo pode ter contribuído para a ausência de ilustrações. Contudo deve-se, sobretudo, destacar o elevado custo associado à publicação de ilustrações, bem como a recente introdução da imprensa em Goa. Os *Colóquios* foram a terceira obra a ser publicada neste território português. A obra despertou o interesse de Carolus Clusius quando este se encontrava a visitar Lisboa em 1564 e rapidamente seriam traduzidos para latim por este autor que publicaria uma versão em

epítome acompanhada de comentários (Clusius, 1567). Não foram estas as únicas inovações de Clusius. Algumas ilustrações são também incluídas em *Aromatum et simplicium aliquot medicamentorum apud indus nascentium historia...* Embora não apresentem uma relação directa com o texto, estas imagens, “expressas ao vivo”, contribuem para dar mais prestígio à obra e reforçar a autoria de Clusius (ver fig. 3a)<sup>5</sup>.



**Figura 3.** (a) Representação da pimenta na obra Carolus Clusius *Aromatum et simplicium aliquot medicamentorum apud indos nascentium historia...* Antuerpiae, 1567. (b) Representação da pimenta na obra de Cristóvão da Costa *Tratado delas*

<sup>5</sup> O número de estampas aumenta em edições posteriores da obra datadas de 1574 e 1579.

*Drogas y medicinas de las Indias Orientales, con sus plantas debuxadas al bivo por Christoval Acosta medico y cirujano que las vio ocularmente.* Burgos, 1578.

O *Tratado delas drogas y medicinas de las Indias Orientales...* (1578) do médico Cristóvão da Costa é a primeira obra de um português a atribuir uma importância incontestável às imagens na difusão da medicina e história natural. Trata-se igualmente de uma obra baseada nos *Colóquios* e cujo principal pretexto de publicação é precisamente a ausência de ilustrações nesta obra:

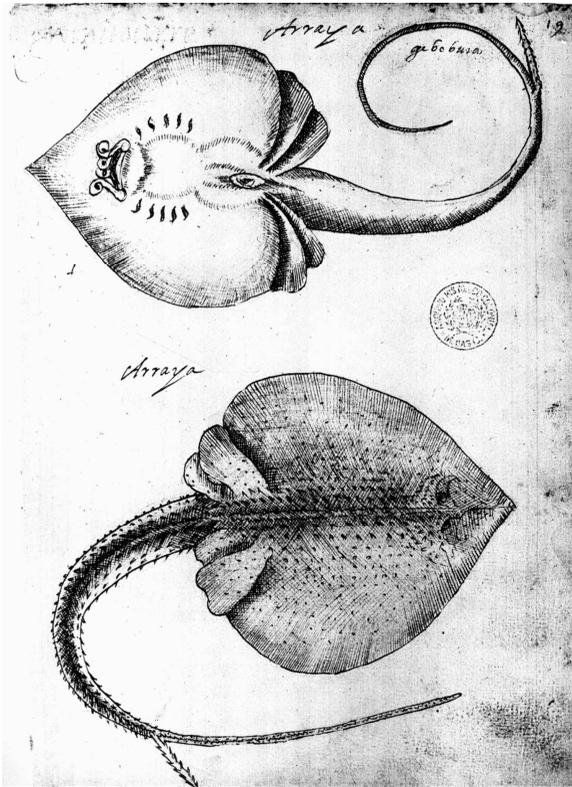
Faltou [uma] perfeição substancial à obra, que são as pinturas e debuxos de plantas de que trata: que, ocupado o doutor Orta em outras coisas mais graves, e que mais deviam importar-lhe, deixou de inseri-las nelas. Parecendo-me a mim que nesta nossa nação seria aquele livro de grande proveito se se desse notícia das coisas boas, que nele há, mostrando-se com os seus exemplos e figuras para melhor conhecê-las, e que isto só o podia fazer quem ocularmente, com os seus mimosos olhos, os houvesse visto e experimentado: zeloso do bem desta terra, com a caridade que ao meu próximo devo, deliberei tomar este trabalho e debuxar ao vivo cada planta, extraída com a raiz, além de muitas outras coisas que eu vi e o doutor Garcia da Orta não pode pelas causas ditas (Costa, 1578, Ao leitor).

Embora apresentadas como sendo “desenhadas ao vivo”, as quarenta e seis ilustrações de plantas são esquemáticas e rudimentares, sendo difícil estabelecer o seu valor na identificação das plantas apresentadas (ver fig. 3b). Por outro lado a relação entre o texto e imagem é escassa.

De qualidade bem superior são as imagens destinadas à obra *História dos animais e árvores do Maranhão* de Frei Cristóvão de Lisboa. Contudo é de realçar que neste caso estamos perante os desenhos originais e não as gravuras. Como já foi referido, a xilogravura apresentava bastantes limitações na expressão do detalhe que só eram ultrapassadas por gravadores exímios neste processo.

Frei Cristóvão esteve no Maranhão entre 1624 e fins de 1627 e a obra foi presumivelmente composta entre 1625 e 1631 (Walter, 1967, p. 26). Não foi ele, no entanto, o autor dos desenhos, nem mesmo do breve texto que os acompanha. Frei Cristóvão terá escrito o índice, corrigido os nomes de plantas e de animais que estavam incorrectos

em alguns desenhos e adicionado também a alguns desenhos breves observações (fig. 4). É, portanto, múltipla a autoria do manuscrito<sup>6</sup>. No entanto o esforço de coligir o material e de o tentar publicar coube apenas a Frei Cristóvão. Neste sentido chegou mesmo a mandar reproduzir duas imagens ao gravador Lisboaeta João Baptista que, no seu entender, “resultaram boas”. Faltaram-lhe, contudo, os meios materiais para a realização do projecto de publicação, não tendo tido sucesso o seu pedido de patrocínio ao Príncipe a quem pretendia dedicar a obra.



**Figura 4.** Representação de uma raia no manuscrito atribuído a Frei Cristovão de Lisboa, *História dos animais e árvores do Maranhão*, publicado pelo Arquivo Histórico Ultramarino em 1967.

<sup>6</sup> Sobre a especificidade do conceito de autor neste período, ver Johns, 1998.

O mecenato teve um papel crucial na publicação de obras nos séculos XVI e XVII, especialmente quando se tratavam de obras caras e ricas em ilustrações.<sup>7</sup> Um das causas da incapacidade editorial portuguesa neste período está associada precisamente à quase ausência de patrocínio da coroa e da aristocracia a projectos de publicação. O códice *História dos animais e árvores do Maranhão*, invocado por alguns estudiosos como um “legítimo padrão do nosso justificado orgulho de sermos portugueses” (Iria, 1967, p. xii) é também um testemunho da incúria e da desvalorização dos portugueses em relação ao poder do livro na circulação do conhecimento científico e na construção da sua identidade cultural.

Será apenas no século XVIII que a realização de imagens no âmbito de projectos de História Natural terá um apoio institucional. O Real Jardim Botânico e Museu de História Natural da Ajuda englobava uma “Casa de Risco”, vindo a dispor também de uma “Casa de Gravura”. Estes estabelecimentos apoiariam a formação de desenhadores que participaram nas viagens filosóficas a algumas das colónias portuguesas durante este período. De todas elas a expedição de Alexandre Rodrigues Ferreira ao Brasil (1783-1792) merece indiscutível destaque pela sua importância científica e política (Domingues, 1991). Da mesma fizeram parte integrante os desenhadores José Joaquim Freire e Joaquim Codina cuja produção gráfica constitui ponto máximo da actividade dos desenhadores portugueses de História Natural (Faria, 2001).

Em contraste com a maioria dos desenhadores e gravadores anónimos referidos anteriormente, Freire e Codina tinham um papel fundamental na expedição e eram profissionais assalariados pela Coroa. A importância de desenhadores neste tipo de expedições tinha sido sublinhada por Domingos Vandelli, especialmente quando os espécimes não podiam ser enviados para Lisboa (Faria, 2001, p. 72). Na verdade as soluções alternativas disponíveis de visualização mostravam-se, em muitas situações, falíveis. Nem todas as espécies impor-

---

<sup>7</sup> É, neste aspecto, contrastante o patrocínio obtido por Guilherme Piso e as elegias patenteadas na sua obra *História natural e médica da Índia Ocidental* em cinco livros datada de 1658.



informativa' que o governo português tinha implementado sobre uma área de tensão fortemente contestada pela Espanha" no quadro da definição dos limites dos territórios dos dois países no Continente Americano (Domingues, 1992, p. 29). Miguel Figueira de Faria defende, contudo, que "a não divulgação dos trabalhos de Ferreira parece mais um fatalismo ditado pelas circunstâncias do que uma estratégia intencional de controlo de determinado tipo de informações" (Faria, 2001, pp. 96-100). Neste âmbito é importante distinguir entre informação científica e informação política, podendo incluir-se na primeira categoria dados e ilustrações de Antropologia, Botânica e Zoologia e alguns prospectos de cidades e vilas e, na segunda, informação respeitante a fortalezas, presídios e cartas geográficas, bem como determinadas actividades económicas nucleares, como a exploração mineira. É verdade que a coroa patrocinou a instalação, o equipamento e o trabalho dos artistas com a função várias vezes textualmente referida de gravar os produtos de história natural da viagem de Ferreira. Também a lista revelada por Carlos Alმაça de algumas das ilustrações gravadas em cobre sustenta a hipótese de que se pretendia materializar o projecto de edição (Alმაça, 1992, pp. 13-14). O último pagamento ao gravador data de Julho de 1807, ano em que a Corte Portuguesa se instalou no Brasil, anunciando o declínio dos projectos editoriais de Vandelli e Ferreira ligados à história natural das colónias portuguesas.

## 5 CONCLUSÃO

Os casos apresentados mostram-nos como as imagens podem ser fontes primárias essenciais para o historiador da ciência. Forçam-nos também a reexaminar alguns dos pressupostos frequentemente veiculados nas histórias da ilustração científica de que uma imagem "mostra" a mesma coisa a todas as pessoas ou de que as representações naturalísticas implicam necessariamente um compromisso pela observação da natureza. É necessário examinar a função das imagens para os actores do passado e não as utilizar como um mero reflexo de determinado período histórico. À semelhança do texto, e a par deste, as decisões subjacentes ao uso de imagens requerem uma interpretação histórica. É fundamental estudar os actores envolvidos, os meios

utilizados, os processos de apropriação e de mediação subjacentes à produção de imagens, bem como as vicissitudes e obstáculos envolvidos em sua produção e difusão.

A análise da história da ilustração científica deve ser empreendida em estreita ligação com os estudos sobre a história do livro. Muitas das preocupações e objetivos desta historiografia são relevantes para a compreensão do papel da imagem na história da ciência. A que tipo de audiência se destinavam? Qual a importância do patrocínio na obtenção de livros com imagens? Qual a relação entre o texto e a imagem? De que modo podemos reconstruir o trânsito de algumas imagens em diversas obras?

Sobretudo, os vários estudos referidos neste artigo reclamam a importância da imagem no entendimento da actividade científica e do seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, James. Early Renaissance “naturalism” and scientific illustration. Pp. 1-17, in: ELLENIUS, Allan (ed.). *The natural sciences and the arts*. Uppsala: Almqvist & Wikell, 1985.
- ALMAÇA, Carlos. A expedição filosófica de Alexandre Rodrigues Ferreira no contexto histórico-natural da sua época. Pp. 3-5, in: ALMAÇA, Carlos et al. *Viagem Filosófica de Alexandre Rodrigues Ferreira. Ciclo de conferencias*. Lisboa: Academia da Mariinha, 1992.
- ALMEIDA, Isabel Cruz & RODRIGO, António Lino. *O rinoceronte: pegadas na Torre*. Lisboa: Torre de Belém, 1992.
- ASHWORTH JR, William B. The persistent beast: recurring images in early zoological illustration. Pp. 46-66, in: ELLENIUS, Allain (ed.) *The natural sciences and the arts*. Uppsala: Almqvist & Wikell, 1985
- BAIGRIE, Brian Scott (ed.). *Picturing knowledge: historical and philosophical problems concerning the use of art in science*. Toronto: University of Toronto Press, 1996.
- BREVES *instruções aos correspondentes da Academia Real das Sciencias de Lisboa sobre as remessas dos productos e noticias pertencentes á Historia da Natureza, para formar hum Museo*

- Nacional*. Lisboa: Regia Officina Typographica, 1781.
- BROTERO, Félix Avelar. *Compêndio de botânica*. Paris: [s.n.], 1788.
- CASTANHEDA, Fernão Lopes de. *Liuro segundo da historia do descobrimento & conquista da India. Em que se contem o que os Portugueses fizeram*. Coimbra: João de Barreira & João Alvarez, 1552.
- CASTILHO, Júlio de, *A Ribeira de Lisboa. Descrição histórica da margem do Tejo desde a Madre de Deus até Santos o Velho*. 2. ed. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 1940-1944. 5 vols.
- CLARKE, Thomas Hutchings. *The rhinoceros from Dürer to Stubbs, 1515-1799*. London: Sotheby's, 1986.
- CLUSIUS, Carolus. *Aromatum, et simplicum aliquot medicamentorum apud Indos nascentium historia*. Antuerpiae: Plantin, 1567.
- COLE, Francis Joseph. The history of Albrecht Dürer's rhinoceros in zoological literature. Pp. 337-56, in: UNDERWOOD, Edgar Ashworth (ed). *Science, history and medicine, science, history and medicine. Essays on the evolution of scientific thought and medical practice written in honour of Charles Singer*. Oxford: Oxford University Press, 1953.
- CORTESÃO, Jaime. Do sigilo nacional sobre os descobrimentos. Crónicas desaparecidas, mutiladas e falseadas, alguns dos feitos que se calaram. *Lusitania* 1: 45-81, 1925.
- COSTA, Abel Fontoura da. *Les déambulations du Rhinocéros de Modofar, Roi de Cambaye, de 1514 à 1515*. Lisbonne: Agencia Geral das Colónias, 1937.
- COSTA, Cristóvão da. *Tractado de las drogas y medicinas de las Indias Orientales, con sus plantas debuxadas al bivo por Christoval de Acosta, médico cirurjano, que las vió ocularmente, en el cual se verifica mucho de lo que escribió el doctor Garcia d'Orta*. Burgos: Martin de Victoria, 1578.
- DASTON, Lorraine & GALISON, Peter. The image of objectivity. *Representations* 40: 81-128, 1992.
- DICKENSON, Victoria. *Drawn from life: science and art in the portrayal of the New World*. Toronto: University of Toronto Press, 1998.

- DOMINGUES, Ângela. *Viagens de exploração geográfica na Amazônia em finais do século XVIII: política, ciência e aventura*. Funchal: Secretaria Regional do Turismo, Cultura e Emigração; Centro de Estudos de História do Atlântico, 1991.
- . Um novo conceito de ciência ao serviço da razão de Estado: A viagem de Alexandre Rodrigues Ferreira ao Norte Brasileiro. Pp. 17-33, in: ALMAÇA, Carlos *et al.* *Viagem Filosófica de Alexandre Rodrigues Ferreira. Ciclo de conferências*. Lisboa: Academia da Marinha, 1992.
- FARIA, Miguel Figueira de. *A imagem útil, José Joaquim Freire (1760-1847) desenhador topográfico e de história natural*. Lisboa: Universidade Autónoma de Lisboa, 2001.
- GÂNDAVO, Pêro de Magalhães de. *História da província Santa Cruz a que vulgarmente chamamos Brasil*. Lisboa: Assírio & Alvim, 2004.
- IRIA, Alberto. Prefácio. Pp. v-xii, in: LISBOA, Frei Cristóvão. *História dos animais e árvores do Maranhão*. Lisboa: Arquivo Histórico Ultramarino, 1967.
- JONES, Caroline A. & GALISON, Peter (eds.). *Picturing science, producing art*. New York: Routledge, 1998.
- JOHNS, Adrian. *The nature of the book: print and knowledge in the making*. Chicago / London: The University of Chicago Press, 1998.
- KAPIL, R. N. & BHATNAGAR, A. K. Portuguese contributions to Indian botany. *Isis* **67**: 449-452, 1976.
- KEMP, Martin. 'The marks of truth': looking and learning in some anatomical illustrations from the Renaissance and eighteenth century. Pp. 85-121, in: BYNUM, William Frederick & PORTER, Roy (eds.). *Medicine and the five senses*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- KUSUKAWA, Sachiko. Leonard Fuchs on the importance of pictures. *Journal of the History of Ideas* **58**: 403-427, 1997.
- LACH, Donald Frederick. *Asia in the making of Europe*. Chicago: Chicago University Press, 1965-1993. 3 vols.
- LEITE, Leite, Maria Fernanda Melo Passos. Le débarquement. Pp. 145-146, in: Koninklijk Museum Voor Schone Kunsten.

- Feitorias: l'art au Portugal au temps des Grandes Découvertes (fin XVe siècle jusqu'à 1548)*. Antwerp: Europalia; Tervuren, 1991.
- MARTINS, José V. de Pina. O livro português no reinado de D. Manuel I. *Panorama* **32**: 58-75, 1969.
- MAZZOLINI, Renato G. (ed.). *Non-verbal communication in science prior to 1900*. Firenze: Leo Olschki, 1993.
- Pliny, the Elder. *Natural history*. Tradução de H. Rackham, W. H. S. Jones, D. E. Eichholz. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971-1989. 10 vols. (Loeb Classical Library)
- RAY, John. *The correspondence of John Ray*. Editada por Edwin Lankester. London: The Ray Society, 1848.
- RUDWICK, Martin. The emergence of a visual language for geological science, 1760-1840. *History of Science* **14**: 149-195, 1976.
- SAUNDERS, Gill. *Picturing plants: an analytical history of botanical illustration*. London: Zwemmer; The Victoria and Albert Museum, 1995.
- SOARES, Ernesto. *Evolução da gravura de madeira em Portugal, séculos XV a XIX*. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 1951.
- WALTER, Jaime. Estudo. Pp. 9-31, in: LISBOA, Frei Cristóvão. *História dos animais e árvores do Maranhão*. Lisboa: Arquivo Histórico Ultramarino, 1967.



## Dor, prazer e conservação da vida em regimes de vida modernos

Paulo José Carvalho da Silva\*

Vários escritos médicos do período moderno (séculos XV a XVIII) mostram que a interpretação da experiência da dor era de fundamental importância para prevenir e tratar doenças e buscar, assim, o perfeito estado de saúde do corpo e da alma e a preservação da vida.

No Ocidente, desde, pelo menos, o pensamento grego antigo, a dor era entendida como sendo o contrário do prazer, o que os médicos também assumem como válido em sua prática clínica e em suas reflexões teóricas. Outro aspecto fundamental das reflexões médicas em torno da dor é que elas não pressupunham descontinuidades entre manifestações dolorosas no corpo e na alma. Assim, a dor era, muitas vezes, identificada ou associada à tristeza, luto, pesar, e aflições da alma em geral. Do mesmo modo, prazer e alegria eram relacionados.

Pode-se dizer que as categorias genericamente denominadas de dor e prazer norteavam as preocupações médicas em geral. Mas, qual era o lugar das considerações sobre a dor e o prazer nos regimes de vida? Como a experiência da dor e do prazer era entendida nos modos de conservação da saúde e da própria vida?

Inspirados pela releitura dos tratados de higiene de médicos gregos antigos e dos *regimina sanitatis* medievais e provocados pelos problemas de seu tempo, desde o início da modernidade, muitos textos destinados a difundir orientações práticas sobre os cuidados com

---

\* Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Endereço para correspondência: Rua Caxaíba, 15 apto. 304, Sumaré, 05025-000 São Paulo, SP. E-mail: paulojcs@hotmail.com

a saúde foram publicados em vários países europeus (Sotres, 1997). Médicos, professores de medicina e mesmo pensadores sem formação médica formal elaboraram regimes de vida e manuais de bem viver que tiveram grande circulação entre os séculos XV e XVIII. São livros inteiros repletos de conselhos, escritos em vernáculo e em linguagem simples, ou partes de obras dedicadas à prevenção de doenças.

Especialmente em cidades prósperas como Florença e Veneza, havia um público interessado em conhecer regras de bem viver que os orientasse em seus hábitos, não apenas por conta de preocupações higiênicas e estéticas, mas como parte de um processo de educação do corpo e do espírito.

Assim, pode-se dizer que os regimes modernos condensam uma longa tradição de saberes adaptando referências teóricas às necessidades de seu público alvo, o que leva em consideração as realidades regionais, sua população, estilo de vida, clima e disponibilidade de alimentos. Entretanto, uma orientação fundamental comparece nos diferentes regimes. De uma maneira ou outra, estes cuidados de si são organizados conforme as categorias das *sex res non naturales*, ou seja, das seis causas externas da alteração da saúde, tal como sistematizadas na tradição médica hipocrático-galênica, a saber: comida e bebida, ar e ambiente, esforço e repouso, sono e vigília, excreções e secreções e os movimentos da alma (Mikkeli, 1999).

O objetivo do ensino da administração destas causas externas consiste na manutenção do equilíbrio das qualidades do corpo. As seis coisas não naturais devem ser empregadas de modo que o justo equilíbrio dos líquidos corporais, conhecidos como quatro humores (sangue, fleuma, bile amarela e bile negra) seja mantido. O correto regime deve regular este equilíbrio e sobretudo garantir uma boa proporção entre calor e umidade (Siraisi, 1997, pp. 70-90). Entretanto, não somente preservar a vida, mas evitar a dor parece ser uma das comodidades prometidas pelos regimes de saúde. E, é claro, isto inclui as dores do corpo e da alma.

Um dos primeiros textos da era moderna que divulga esta concepção de conduta saudável é o *Libreto delo Excellentissimo physico Maestro Michele Savonarola: De tutte le cose che se*

*mangiano comunamente: quale sono contrarie e quale al proposito: i como si apparecchiano: i di quelle se beveno per Italia: e de sei cose non naturale: i le regole per conservare la sanità deli corpi umani*, do influente médico e professor da Universidade de Pádua Michele Savonarola (1384-1469).

Seguindo o esquema das *sex res non naturales*, o livreto de Savonarola descreve a adequada alimentação; como se adaptar aos efeitos das estações do ano e, portanto, do clima; a função dos exercícios físicos, como jogar bola, correr, lutar com espadas, escalar, saltar, andar rapidamente; o repouso; o regime individualizado de sono; a repleção e esvaziamento do corpo e, finalmente, os acidentes da alma. Neste último caso, uma alegria moderada seria saudável: “a alegria temperada muito conforta a alma; engorda o corpo e o embeleza.” Mas a tristeza e o temor exagerados podem até mesmo levar à morte: “Estas tristezas emagrecem o corpo: são causas de muitas enfermidades melancólicas” (Savonarola, 1515, p. 54, trad. nossa).

A harmonização das qualidades do corpo por meio de uma adequada relação com o meio exterior e com o cuidado de si é uma orientação também presente no modo de viver prescrito por Alessandro Petronio, médico romano que prestara serviços à corte do papa Paulo IV (1555-1559). No *Del viver delli romani et di conservar la sanità*, versão italiana para o *De victu romanorum*, de 1581, a atenção à dor e ao prazer e a preservação da vida estão correlacionadas.

Petronio, afirma, por exemplo, que se deve imitar as plantas; as quais não têm sentimentos, não experimentam dor e não pensam em coisa alguma. Elas estão naturalmente expostas ao sol e ao ar; por ter o alimento já pronto, não deixam jamais de alimentar-se bem e, por isto, mantêm-se verdes, belas e férteis: “E todas estas coisas têm uma grande correspondência em conjunto; porque o sol e o ar livre são como o exercício físico e o não experimentar a dor e o pensar em nada é como não sofrer os incômodos da alma independentemente do que vier a acontecer” (Petronio, 1592, p. 272).

Especialmente preocupado com os hábitos da população romana, que enfrenta verões inclementes, Petronio prescreve muita atenção aos perigos do aquecimento excessivo e sobretudo do ressecamento, que na realidade, seria característico da velhice, da magreza e da

morte. Por este motivo, não se deve exagerar nos esforços físicos, deve-se evitar a sede, restaurar a fome com as refeições apropriadas, pois todas estas penas ressecam sobremaneira o corpo.

Não apenas evitar as dores e incômodos do corpo, mas também procurar pelo prazer pode auxiliar na preservação da vida. O médico romano afirma que não há ação mais eficiente para prolongar a vida do que manter relações sexuais de modo moderado. A atividade sexual moderada causa leveza, facilidade de respiração e alegria da alma. Contudo, tal recomendação restringe-se aos adultos e casados, com idade entre 21 e 35 anos. Na juventude, as relações sexuais podem impedir o crescimento corporal e nos mais velhos, quando desmedidas, consomem os fluidos necessários à nutrição do corpo.

Petronio também aconselha outras atividades prazerosas e que provocam alegria, como, por exemplo, escutar música, ter um animal de estimação e se encontrar com amigos. Ele argumenta que, ao longo da história, a alegria tem favorecido a saúde humana, pois faz bem aos humores, nutre o corpo, confere vigor aos sentidos, conserva a integridade do intelecto, mantém e aumenta a saúde e, finalmente, prolonga a vida.

*O Il tesoro della sanità. Nel quale s'insegna il modo di conservar la sanità, & prolongar la vitta, & si tratta della natura de'cibi & de'rimedij de'nocumenti loro*, do médico e botânico romano Castor Durante da Gualdo (1509-1590), também defende que a alegria, acompanhada de um sorriso discreto, é muito favorável porque excita o calor natural, melhora a digestão, torna a inteligência mais sutil, o homem mais hábil em todas as operações, mantém a juventude, e, finalmente, prolonga a vida. A alegria é útil a todas as pessoas, exceto àquelas que precisam emagrecer, pois aumenta as carnes e a umidade. Aconselha-se, portanto, uma disposição de ânimo alegre: “Em suma, nada é mais útil para conservar a saúde que viver alegremente, não se perturbar, não ser ansioso, sempre ter boa esperança da saúde” (Gualdo, 1653, p. 44).

É aconselhável também praticar a jardinagem, desfrutar de lugares amenos e verdes, conversar com os amigos, ouvir histórias prazerosas, afastar-se do que pode perturbar a tranqüilidade da alma e entristecer, vestir-se com cores agradáveis, portar anéis de ouro ou prata,

levantar-se em boa hora para poder caminhar ao ar livre, entre outras atividades condizentes com uma vida alegre e tranqüila.

Os italianos não são os únicos a prescreverem o prazer. O médico francês André du Laurens (1558-1609), que acumulou os cargos de chanceler da Universidade de Montpellier e médico dos soberanos de França, Maria de Medici e Henri IV, sugere, nos *Discours de la conservation de la vue, des maladies melancholiques, des catarrhes, & de la vieillesse*, a companhia de belas mulheres, pedras preciosas, músicas, elogios, perfumes e alimentos de gosto intenso, especialmente para os que experimentam estados frios e insensíveis (Laurens, 1630, f. 202).

A moderação é a palavra de ordem. De modo geral, os regimes insistem que a moderação à mesa protegeria o homem de quase todas as doenças, prevenindo ou curando-as ao temperar os humores e conservar sua boa proporção qualitativa e quantitativamente. Assim, além da vida longa, o correto regime também promoveria uma morte tida como mais natural, portanto menos dolorosa, pois a sobriedade promoveria uma boa digestão e, por conseguinte, tornaria o corpo leve, ágil, robusto e disposto em todos os seus movimentos.

É por esta razão que os regimes insistem em um estilo de vida temperante e que pode evitar maiores desconfortos. Eis o que afirma o prólogo do *Âncora medicinal para conservar a vida em saúde*, regime proposto por Francisco da Fonseca Henriquez, médico de D. João V:

[...] assim como as embarcações que navegam os mares com as âncoras se seguram nas procelosas fúrias de Netuno, assim o baixel da vida humana, que muitas vezes flutua na tempestade dos males, com este livro se pode preservar deles, observando a doutrina no tempo da saúde, para não vir a experimentar as tormentas e assaltos das enfermidades. (Henriquez, [1721] 2004, pp. 25-26)

Por exemplo, sobre o uso do vinho, Henriquez frisa que ao ser bebido dentro dos limites da sobriedade é de grande utilidade ao corpo: confere vigor ao calor natural, conforta o coração e aumenta as forças vitais, entre outras vantagens. Já em excesso o número de danos e incômodos ao corpo é considerável, incluindo problemas na digestão, acidentes epiléticos, reumatismos, tremores, paralisias, inflamações

internas e externas, etc. E suas ofensas não se limitam ao corpo, o excesso de vinho também é maléfico para a alma pois pode perturbar a razão, excitar a ira e precipitar os homens a atos insensatos.

Henriquez também aborda os efeitos dos afetos na saúde, o que inclui desde a alegria até a tristeza, a ira e o desespero: “Todas estas paixões têm grande poder no corpo humano, que não só causam gravíssimos males, mas também mortes e às vezes repentina, de cujos casos estão cheias as histórias” (Henriquez, [1721] 2004, p. 283). Ele acredita igualmente que a tristeza teria o poder de debilitar o calor natural, resfriar e ressecar o corpo, tornar o semblante pálido e, finalmente, consumir o vigor do corpo até torná-lo suscetível à morte. Por isso, insiste na importância da tranquilidade do ânimo para a saúde.

O médico português encerra seu regime ao afirmar que, não sendo possível dominar os afetos com o poder do entendimento ou simplesmente evitar as situações que excitam sobremaneira as paixões, é aconselhável moderar o sentimento com atividades divertidas, como jogar, caçar, ler e sobretudo conversar com pessoas agradáveis.

A atenção à dor também fazia parte de um cuidado com o corpo de modo a protegê-lo de possíveis enfermidades. As manifestações dolorosas eram entendidas pelos médicos como sendo um sinal de um corpo que se encontra em mal estado ou está prestes a adoecer.

Este modo de interpretar o fenômeno da dor é encontrado, por exemplo, na obra de Jean Devaux, *Le medecin de soi-meme, ou l'art de se conserver la santé par l'instinct* publicado em Leiden, por Henry Drummond, em 1682, sendo reeditado na mesma cidade por Claude Jordan, em 1687. Devaux, célebre cirurgião parisiense, propõe uma arte de conservação da saúde acessível a qualquer público, cujo pressuposto fundamental seria um instinto próprio de autoconservação que ele supõe estar presente em todos os seres vivos, inclusive nos seres humanos.

Devaux aconselha a atenção aos sinais que, segundo ele, tal instinto forneceria para indicar que uma doença pode apresentar-se. Os sinais universais são a lassitude, o abatimento e o sentimento de peso no corpo. Em particular, deve-se prestar atenção ao amarelamento do corpo; feridas da pele; emagrecimento; dores constantes do reuma-

tismo; vontade constante de dormir ou a insônia e o sono interrompido por pesadelos, terrores noturnos e inquietações; o humor lúgubre e triste; suores; dores de cabeça e vertigens; alterações nos olhos e no rosto; mau hálito; secura na boca; perda de sangue pelo nariz; falta de apetite; tosse; dores no ventre, hemorróidas e calores; entre outros sintomas, pois, em suas próprias palavras:

Todos estes sinais e muitas outros, os quais cada um pode experimentar, são como mensagens que nosso médico interior nos envia, para nos advertir que nossa saúde corre o risco de ceder aos insultos da doença caso não pensarmos em conservá-la. (Devaux, 1687, pp. 101-102)

Por outro lado, Devaux apesar de concordar que a tristeza é uma das enfermidades mais graves que podem acometer a alma, gerando inúmeras dores ao corpo, ele afirma que nem sempre é possível curá-la com a destruição completa de sua causa, pois ela está frequentemente fora de nosso alcance. Além disto, a consolação do triste não se faz tão facilmente como se pode crer. Basta pensar no caso de alguém que foi à falência. Simplesmente afirmar que não deveria se apegar aos bens materiais, e, ao contrário, pensar somente na felicidade espiritual não impede que ele ressinta a perda. Na realidade, o único remédio seria recobrar a soma perdida. Mas, tal remédio não se encontra nas boticas.

De fato, Devaux não seria o único a afirmar que as dores da alma resistem a muitos tratamentos, mas não deixa de referir-se à dor e ao prazer ao discorrer sobre meios de se conservar a vida. O que ele acaba por enfatizar, porém, é o caráter pessoal da experiência da dor e do prazer e, sobretudo, a importância do conhecimento de si na preservação de sua própria vida.

## **AGRADECIMENTO**

O autor agradece o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que possibilitou o desenvolvimento da presente pesquisa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DEVAUX, Jean. *Le medecin de soi-meme, ou l'art de se conserver la santé par l'instinct*. Leyde: Claude Jordan, 1687.
- GUALDO, Castor Durante. *Il tesoro della sanità. Nel quale s'insegna il modo di conservar la sanità, & prolongar la vitta, & si tratta della natura de' cibi & de' rimedij de' nocumenti loro*. Treviso: Simon da Ponte, 1653.
- HENRIQUEZ, Francisco Fonseca. *Âncora medicinal para conservar a vida em saúde* [1721]. São Paulo: Ateliê Editorial, 2004.
- LAURENS, Andre du. *Discours de la conservation de la vue, des maladies melancholiques, des catarrhes, & de la vieillesse*. Rouen: Lovys Laudet, 1630.
- MIKKELI, Heikki. Popular health books: mirrors of academic teaching? Pp. 69-96, in: MIKKELI, H. *Hygiene in the early Modern medical tradition*. Saarijarvi: Crimmerus Printing, 1999.
- PETRONIO, Alessandro. *Del viver delli romani et di conservar la sanità*. Roma: Domenico Basa, 1592.
- SAVONAROLA, Michele. *Libreto delo Excellentissimo physico Maestro Michele Savonarola: De tutte le cose che se mangiano comunamente: quale sono contrarie e quale al proposito: i como si apparecchiano: i di quelle se beveno per Italia : e de sei cose non naturale : i le regole per conservare la sanità deli corpi umani. Son dubij notabilissimi nuovamente stampato*. Venetia: Bernardino Benalio, 1515.
- SIRAIISI, Nancy. Time, body, food: the parameters of health. Pp. 70-90, in: SIRAIISI, N. (ed.). *The clock and the mirror. Girolamo Cardano and Renaissance medicine*. New Jersey: Princeton University Press, 1997.
- SOTRES, Pedro Gil. Les régimes de santé. Pp. 257-281, in: GRMEK, Mirko D. (ed.). *Histoire de la pensée médicale en Occident. Tome I. Antiquité et Moyen Age*. Trad. francesa de M. L. Bardinet Brosio. Paris: Seuil, 1997.

## Os genes e o ambiente: implicações da descoberta dos íntrons no debate natureza *versus* cultura

---

Ricardo Waizbort\*  
Gustavo Ciraud Solha\*\*

---

### 1 INTRODUÇÃO: A ERA DO GENE

Segundo Mayr (1998), quando Niremborg e Matthaei, em 1961, conseguiram desvendar o código genético, acreditava-se amplamente que o último grande problema da biologia molecular acabava de ser solucionado. Acumularam-se desde então muitas descobertas totalmente inesperadas, cujo significado maior, até agora, se relaciona com os aspectos da fisiologia do gene, mas que, evidentemente, também tem importância evolutiva, como acabou por ficar demonstrado quando foram mais bem conhecidos os processos moleculares envolvidos na evolução.

Nesse contexto, o ano de 1977 é de capital importância para a história do conceito de gene. Foi ao longo desse ano que os genes interrompidos foram descobertos. Para os historiadores da biologia moderna, é fato que o conceito de gene foi, e ainda é, alvo de constantes reformulações (Keller, 2000; Chambon, 1981). Um levantamento da história desse conceito revela que desde que esse termo foi criado sempre houve conflitos em relação ao seu significado (Falk, 1986). Não é nossa intenção apresentar uma outra versão para a história do

---

\* Pesquisador titular do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências da Saúde, da Casa de Oswaldo Cruz / Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ.  
E-mail: ricw@coc.fiocruz.br

\*\* Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em História das Ciências da Saúde, da Casa de Oswaldo Cruz / Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ.

gene, mas sim examinar algumas implicações da descoberta dos genes interrompidos para a definição do chamado “gene molecular clássico” (Griffiths, 2002; Griffiths & Neumann-Held, 1999). Segundo essa definição, o gene é “um trecho de DNA que codifica uma cadeia de polipeptídeos que torna uma proteína funcional” (Stotz, Griffiths & Knight, 2006, p. 4)<sup>1</sup>.

O termo “gene” foi cunhado, em 1909, pelo biólogo dinamarquês Wilhelm Johannsen para denominar os “fatores” hereditários de Mendel (Moss, 2001; Keller, 2000; Falk, 1986; Chambon, 1981). A intenção de Johannsen era simplificar as idéias correntes envolvendo o termo “unidade de caráter”. Entendia-se por unidade de caráter dois conceitos distintos: 1) qualquer caráter visível de um organismo que se comporta como uma unidade de herança de Mendel; e 2) por consequência, aquilo que na célula produz o caráter visível. Com isso, Johannsen estabelece o que não havia ficado claro na obra de Mendel: a distinção entre o potencial para a característica (o genótipo) e o traço em si (o fenótipo) (Mayr, 1998; Falk, 1986). Johannsen sugere o termo “gene” para o determinante hipotético, na célula, responsável pelas características dos organismos. Etimologicamente, o termo “gene” origina-se de *génos*, radical do verbo grego *gígnesthai*, que significa “nascer”. Assim, *génos* pode ser entendido como “origem”, “o que gera”, “o que produz”. Nesse sentido, o gene é aquilo que gera, que dá origem, que produz alguma característica do organismo. Para Johannsen, não seria possível computar quantos determinantes (genes) estariam envolvidos na produção de um único caráter, e tampouco o que seriam esses determinantes materialmente (Falk, 1986).

Somente após quase meio século de indefinições quanto à natureza física e a função dos genes, essas começaram a ser descobertas. Em 1940, os bioquímicos norte-americanos George Beadle e Edward Tatum definem a função do gene através da hipótese “um gene – uma enzima”. Com essa hipótese, fica estabelecido que um gene é responsável pela produção de uma enzima específica, e essa, por sua vez, atua em etapas do metabolismo da célula, como, por exemplo, na degradação dos alimentos, na síntese de novos compostos para a cé-

---

<sup>1</sup> No original: “a stretch of DNA that codes for one of the polypeptide chains that goes to make up a functional protein” (tradução dos editores desta publicação).

lula, nos processos respiratórios, etc. (Jacob, 1983).

Em 1944, o bacteriologista canadense Oswald Avery e seus colaboradores identificam a molécula de DNA, o ácido desoxirribonucleico, como o material hereditário (Avery, Macleod & McCarty, 1944). Contudo, somente em 1953 é que a estrutura físico-química do DNA foi revelada. Coube ao biólogo norte-americano James Watson e ao físico britânico Francis Crick descobrir a estrutura da molécula de DNA e especular como ela responderia aos requisitos necessários da replicação e armazenamento da informação genética (Watson & Crick, 1953a e 1953b). Em sua formulação, eles sugeriram que uma das fitas serviria como um molde molecular para a replicação genética, e o armazenamento das informações genéticas estaria numa espécie de código inscrito nas seqüências de bases do DNA. Em 1957, antes mesmo da decifração do código genético, ocorrido durante a década de 1960, Francis Crick já possuía dados suficientes para formular o controverso “dogma central da biologia molecular”: “O DNA faz o RNA que faz a proteína”, postulando que o fluxo de informações genéticas segue *unidirecionalmente* do DNA para o RNA e daí para as proteínas (Mayr, 1998; Olby, 1975).

Todos esses trabalhos consolidam a noção de “gene molecular clássico”, definição que se tornaria corrente no meio científico e que continua sendo empregada ainda nos dias de hoje (Griffiths, 2002). O gene emerge como um trecho, uma seqüência específica da molécula de DNA que possui a informação para a produção de proteínas. Estas, estão envolvidas num sem número de funções particulares dentro do ambiente celular. Tal gene, definido como uma região discreta de DNA (unidade de estrutura) e com funções específicas no desenvolvimento da célula por meio de um produto protéico (unidade de função), parecia perfeitamente adaptado para suportar as necessidades requeridas pelas pesquisas em biologia molecular (Falk, 1986).

Assim, em 1968, ao resenhar uma história da biologia molecular por ocasião do lançamento de uma coleção de ensaios intitulado *Phage and the origins of molecular biology*, Gunther Stent (1968), professor emérito de biologia molecular da Universidade da Califórnia em *Berkeley*, afirma que como disciplina científica, essa mesma biologia molecular dava sinais de seu declínio. Segundo Stent, após

1963, essa disciplina entrava em sua fase acadêmica, ou, digamos nós, paradigmática, uma vez que para a maioria dos pesquisadores a expectativa era de que os principais problemas estavam resolvidos e o que restava era apenas o trabalho de polir os detalhes (Keller, 2000; Falk, 1986; Stent, 1968, p. 394)<sup>2</sup>. Para Stent, muitos dos detalhes do código genético estavam resolvidos e a colinearidade entre o gene – a seqüência de nucleotídeos no DNA – e a seqüência de aminoácidos na proteína havia sido finalmente provada.

## 2 O GENE INTERROMPIDO E O PROCESSAMENTO ALTERNATIVO

Todavia, dez anos depois, em 1978, Walter Gilbert, professor de biologia molecular na Universidade de Harvard, afirmava na primeira frase de um breve artigo na revista *Nature*, a mais importante publicação de divulgação científica do Reino Unido, que “nossa imagem da orgazinação dos genes nos organismos superiores passou por uma recente revolução” (Gilbert, 1978, p. 501)<sup>3</sup>. Para Walter Gilbert, tal revolução estaria associada à descoberta dos genes interrompidos.

Durante o ano de 1977, diversas equipes de pesquisadores documentam que os genes apresentam inserções de trechos de DNA que não encontram correspondência no RNA mensageiro que especifica os aminoácidos na proteína (Glover & Hogness, 1977; Berget *et al.*, 1977; Chow *et al.*, 1977; Jeffreys & Flavell, 1977; Gilbert, 1978; Chambon, 1981). Em suma, a seqüência de DNA cuja função é responder pela produção de uma proteína se encontra dividida (interrompida) por trechos de DNA, a princípio, sem nenhum sentido. Walter Gilbert (1978) sugeriu o termo *introns* (*intragenic regions*) para as regiões de DNA sem sentido, e *exons* (*expressed regions*) para as seqüências de DNA expressas em proteínas. É interessante notar que os exons têm a possibilidade de serem combinados alternativamente, gerando diferentes proteínas a partir de uma mesma seqüência de DNA.

---

<sup>2</sup> No original: “and what remained now was the need to iron out the details” (tradução do autor).

<sup>3</sup> No original: “our picture of the organisation of genes in higher organisms has recently undergone a revolution.” (tradução dos editores desta publicação).

A descoberta dos genes interrompidos, além de outros achados moleculares, indica a existência de mecanismos genéticos que fazem a célula mais dinâmica e complexa do que se suspeitava antes (Chambon, 1981; Silverman, 2000). Todos os organismos eucariontes contêm íntrons em pelo menos alguns de seus genes, embora esse número varie consideravelmente de organismo para organismo. Por exemplo, estima-se que apenas 250 dos cerca de 6.000 genes do genoma da levedura *Saccharomyces cerevisiae* contenha íntrons (cerca de 4%), enquanto a maioria dos aproximadamente 35.000 genes do genoma humano é composta por genes interrompidos.

Walter Gilbert (1978) conjecturou que uma consequência do modelo intrônico é que o dogma “um gene, uma cadeia polipeptídica” desaparece. O gene, como uma região de DNA, corresponderia agora a uma unidade de transcrição. Todavia, esta unidade de transcrição, esta região, pode corresponder a não apenas um, mas também a diferentes cadeias polipeptídicas, o chamado processamento alternativo. E estas cadeias polipeptídicas podem tanto possuir funções celulares semelhantes ou dessemelhantes (Gilbert, 1978). Embora previsto por Walter Gilbert já em 1978, só em 1987 a existência do processamento alternativo foi verificada experimentalmente (Croft *et al.*, 2000). O processamento alternativo, ou emenda alternativa, é apenas um entre diversos eventos que ocorrem entre a transcrição do DNA e o produto gênico final. Apenas em termos de modificações após a tradução, já são conhecidos cerca de duzentos tipos diferentes de processos (Brett *et al.*, 2001). Todavia, o processamento alternativo é considerado como um dos mais notáveis componentes da complexidade funcional do genoma humano (Modrek & Lee, 2002; Graveley, 2001; Brett *et al.*, 2001).

Estimativas recentes apontam que cerca de 40 a 60 % dos genes humanos são processados alternativamente. E este número tende a crescer, na medida em que se promova uma análise mais acurada do genoma (Modrek & Lee, 2002). De uma forma geral, os eventos de emenda alternativa são bastante específicos. Na maior parte das vezes, ocorrem em tecidos particulares e em momentos precisos do desenvolvimento do organismo e/ou somente sob certas condições fisiológicas. Esta é uma das dificuldades de se estimar a proporção

destes eventos no organismo (Graveley, 2001).

Provavelmente, o mais famoso e citado exemplo de processamento alternativo é aquele que tem implicações na determinação das características sexuais na mosca-de-frutas *Drosophila melanogaster* (Graveley, 2001; Baker, 1989). O produto do processamento diferencial do gene *sxl* dispara vias alternativas de genes em cascatas. Um efeito de cascata é um processo que ocorre quando os genes estão ligados de tal modo que a ativação ou desativação de um acarreta na ativação ou desativação do outro, que por sua vez, tem efeito no gene seguinte. Os diferentes genes disparados pelo produto diferencial do gene *sxl* resultam no estabelecimento das características sexuais femininas ou masculinas (Baker, 1989). Desse modo, a determinação sexual em drosófilas é controlada pela regulação do processamento do mensageiro de RNA<sup>4</sup>.

Até o momento, talvez o exemplo mais notável de geração de diversidade através do processamento alternativo está relacionado com o gene *Dscam*. O *Drosophila Dscam* é o equivalente em Drosófilas (homólogo) ao gene humano *Dscam* (*Down syndrome cell adhesion molecule*) (Schmucker *et al.*, 2000)<sup>5</sup>. Um dos eventos mais complexos durante o desenvolvimento é a migração e a conexão entre os neurônios. Este processo necessita de um sistema preciso para que o axônio – o prolongamento ou o “pescoço” do corpo de uma célula neuronal, por onde é conduzido o impulso nervoso – em desenvolvimento se dirija corretamente ao seu alvo. As moléculas de adesão celular são uma espécie de proteínas guias. Elas são necessárias para que os neurônios encontrem seus alvos durante a formação do cérebro (Ridley, 2003; Wang, 2002; Schmucker *et al.*, 2000).

---

<sup>4</sup> O determinante principal do sexo em drosófilas é a taxa X:A, ou seja, a relação entre o número de cromossomos X e o conjunto de autossomos (A) (cromossomos não sexuais). Se esta taxa for igual a 1 originam-se as fêmeas, se for igual a 0,5 machos. Por exemplo, moscas com um cromossomo X e dois conjuntos de autossomos são machos. Não se sabe exatamente como essa taxa X:A ativa o gene *Sxl*, mas é provável que os fatores de ativação estejam presentes na célula ovo, produzido por genes maternos e por genes do próprio zigoto. (Baker, 1989).

<sup>5</sup> O *Dscam* causa alguns dos sintomas da síndrome de Down por um mecanismo ainda desconhecido (Ridley, 2003).

O processamento alternativo no RNA mensageiro do gene *Drosophila Dscam* pode, potencialmente, gerar 38.016 proteínas alternativas (Schmucker *et al.*, 2000). É possível que esta diversidade molecular contribua para a especificidade da conectividade dos neurônios. A estrutura do gene *Dscam* parece fornecer uma base molecular para o reconhecimento celular e, assim como a de outras proteínas relacionadas com o reconhecimento e formação das conexões nervosas, esta estrutura é parecida com a das imunoglobulinas, as proteínas altamente variáveis do sistema imune (Wang, 2002; Schmucker *et al.*, 2000).

O processamento alternativo parece ter uma notável importância em organismos mais complexos. Os dados indicam que o processamento alternativo parece aumentar em razão da maior complexidade dos organismos. Nos organismos multicelulares mais complexos, a informação precisa ser processada diferentemente em distintas situações ou em situações em que é requerido um alto nível de diversidade, como em sistemas de reconhecimento e sinalização celular (Brett *et al.*, 2002; Modrek & Lee, 2002). O número de genes não é, necessariamente uma medida confiável da complexidade dos organismos, mas sim o modo como eles são combinados. O processamento alternativo permite que vários tipos de tecido possam trabalhar com um número limitado de genes, pois a informação armazenada nos genes de organismos complexos pode ser editada de várias formas.

### 3 DISCUSSÃO

No “dogma central” de Crick, o fluxo de informações genéticas segue *unidirecionalmente* do DNA para o RNA e daí para as proteínas (Silverman, 2004; Mattick, 2003; Olby, 1975; Mayr, 1998). Apesar das críticas de alguns biólogos sobre o emprego do termo “dogma” dentro das ciências biológicas, ele se mostrou – e ainda se mostra – fundamentalmente correto (Maynard-Smith, 2001). Para o filósofo e historiador da biologia Robert Olby, o “dogma central da biologia molecular” é o paradigma da biologia contemporânea, fornecendo a estrutura intelectual para que os praticantes da pesquisa genética resolvam os seus quebra-cabeças (Olby, 1975).

Contudo, alguns autores contemporâneos acreditam que a prima-

zia do gene como um conceito explicativo central das atividades biológicas está superado (Keller, 2000), e que tal conceito não reflete mais o estágio atual das pesquisas no campo da biologia molecular (Gelbart, 1998). A definição de gene ao qual esses autores se referem é, sem dúvida nenhuma, o “gene molecular clássico”. Essa contenda seria um reflexo de uma transformação conceitual no pensamento dos biólogos moleculares a respeito da passagem e do processamento da informação genética. Inevitavelmente, os principais atingidos são “o dogma central” e o próprio conceito de gene.

Para Richard Strohman (1997), biólogo molecular emérito da Universidade da Califórnia em Berkeley, o estudo dos genes, embora necessário, traz uma contribuição apenas parcial para o processamento da informação genética. A velha noção proclamada pelo “dogma central” que os genes codificam proteínas e estas, por sua vez, regulam as diversas reações químicas dos seres e compõem a arquitetura dos organismos não é suficiente para a explicação dos fenômenos biológicos por completo.

Se para François Jacob, em 1970, o gene “desempenha um papel privilegiado” (Jacob, 1983, p. 215) em nossas teorias explicativas, para Falk, em 1986, já é possível perceber disputas a respeito da importância desse conceito:

Nas últimas décadas [1986], os desdobramentos das pesquisas genéticas têm sido perturbadores. Muitos deles parecem absolutamente estranhos ou mesmo contraditórios para a estrutura conceitual da teoria genética, mas que não parecem superá-la. O conceito de gene [...] pode ser considerado como parte do núcleo duro de um programa de pesquisa genética em termos lakatosiano ou como parte integral do paradigma genético em termos kuhnianos. O confronto entre diferentes perspectivas dentro da teoria genética fornece a flexibilidade que tem sido essencial para a acomodação dos desenvolvimentos estimulantes e explosivos na pesquisa experimental (Falk, 1986, p. 173).

Já para Keller, em 2000, o DNA é apenas mais um, entre tantos outros componentes da célula, responsável pelas funções do organismo. O DNA é apenas “a matéria prima crucial e absolutamente indispensável, mas não mais que isso” (Keller, 2002, p. 84). O objetivo de Keller parece ser diminuir a importância do DNA, para que

outros componentes celulares e epigenéticos sejam enaltecidos. No entanto, Keller não deixa claro como pode ser empiricamente testado esse processo dinâmico, ou o que exatamente é esse processo dinâmico.

Embora Keller em nenhum momento mencione, suas atenções parecem se dirigir às reflexões teóricas relacionadas à “Teoria de Desenvolvimento de Sistemas” (DST – *Developmental Systems Theory*). A DST sustenta que o desenvolvimento dos organismos não é o desdobramento de um “programa genético”, a execução de um programa preexistente localizado nos genes ou em qualquer outro lugar (Lickliter & Honeycutt, 2003a). Embora a noção de que os fenótipos surjam a partir da interação entre os genes e o ambiente – lembremos de uma velha fórmula empregada no ensino de biologia: o fenótipo é igual ao genótipo mais o meio – para os teóricos da DST isto significa que é impossível, *a priori*, e, com frequência, suficientemente impossível *a posteriori*, especificar uma primazia causal tanto em relação aos genes quanto em relação ao ambiente, no que diz respeito ao resultado de um fenótipo específico, e, nesse sentido, a hierarquia usual entre causas externas e internas não se sustenta.

Para os teóricos da DST, não somente os organismos devem ser incluídos numa análise realista, mas também as feições ambientais extra-organísmicas. Segundo eles, deve ser privilegiada a noção de interação. Os sistemas analisados pelos teóricos da DST compreendem um conjunto não especificado que inclui todas as influências e entidades, em todos os níveis de análises, incluindo a molecular, a celular, a organísmica, a ecológica e a biogeográfica (Lickliter & Honeycutt, 2003a e 2003b).

De acordo com os teóricos da DST, os genes são apenas mais um dos muitos recursos utilizados durante o desenvolvimento. (Lickliter & Honeycutt, 2003b). A principal proposta dos teóricos da DST é integrar o pensamento evolutivo com as ciências psicológicas, a chamada psicologia evolutiva, se opondo às perspectivas centradas no gene para compreender o comportamento humano. Os adeptos do DST se valeriam de dados advindos da genética, embriologia e biologia do desenvolvimento, entre outras áreas. Dessa forma, além da rede de interações entre genes e as complexas e multideterminadas

interações moleculares dentro e fora das células, no caso do comportamento humano deve ainda ser avaliadas a natureza e a seqüência do ambiente físico, biológico e social através do qual passa o indivíduo (Lickliter & Honeycutt, 2003a).

É claro que os adeptos da assim chamada psicologia evolucionária não concordam com isso. No debate travado em 2003 nas páginas do periódico *Psychological Bulletin* eles defendem que os organismos herdaram um conjunto de regularidades ambientais assim como genes, e esses dois modos de herança, repetidamente, encontram-se uns com os outros através das gerações. Essa repetição direciona a seleção natural a coordenar o intercâmbio de genes replicados estavelmente e as regularidades ambientais que se mantêm relativamente estáveis, de forma que essa teia de interações produza o desenvolvimento viável de um desenho organizado funcionalmente. A seleção é o único mecanismo conhecido que contrabalança a tendência dos sistemas físicos a perder, ao invés de ganhar, organização funcional. A seleção constrói mecanismos anti-entrópicos nos organismos para orquestrar as transações com o ambiente de forma que eles tenham alguma chance de serem potencializadores de reprodução e construtores de ordem aos invés de se desorganizarem. Eles apontam que os mecanismos indicados pelos defensores do DST são conhecidos há décadas e que a própria teoria do gene como nível fundamental de seleção dava conta de tais fenômenos .

Ao nosso ver chegamos aqui ao fundo da questão. Enquanto Keller vê uma revolução kuhniana na genética, talvez os adeptos da DST estejam vendo uma progressão lakatosiana no programa de pesquisa darwinista ou neodarwinista. Todavia, Keller parece querer jogar as complexidades do gene molecular contra o gene evolutivo, ou seja diminuir a importância da seleção natural ao ponto dela se tornar inoperante sobretudo para o nível macroevolutivo. Já os autores associados ao DST buscam um balanço entre uma reificação da seleção natural, supostamente hipostasiada pelos psicólogos evolucionários, indicando o quanto o desenvolvimento pode contribuir em mudanças evolutivas. Esse também é o caminho de Eva Jablonka e Marion Lamb no livro *Evolution in four dimension*, de 2005. Baseando-se nos mecanismos do efeito Baldwin e do fenômeno de assimilação

genética descrita por Waddington, tais autoras pretendem equilibrar as funções da seleção natural com mecanismos que parecem lamarckistas, mas são na verdade outra coisa: são fenômenos populacionais resultados de uma seleção natural canalizadora, na qual mudanças de comportamento e de fenótipo, não genéticas, devidas principalmente à plasticidade fenotípica, criam condições para que certas mutações genéticas venham se fixar, no sentido de dar uma base hereditária ao que antes havia sido adquirido como mudança de comportamento ou de fenótipo.

Todas essas discussões, e outras que por razões de limite de espaço não poderão ser apresentadas aqui, exercem influências no debate acerca do que determina o comportamento, sobretudo o humano: a natureza (os genes) ou a cultura (*nurture*, ou ambiente, experiência, nutrição, não há uma tradução precisa para o português). Por exemplo, o ciúmes que tradicionalmente é interpretado como um distúrbio psicológico associado aos modos de produção e reprodução do poder masculino no mundo capitalista, foi interpretado por David Buss, em *A paixão perigosa* (2000), como uma adaptação, um comportamento fixado geneticamente que promove vantagens (sobretudo reprodutivas) dentro de determinados limites. Assim também, o autismo, um importante distúrbio mental que tende a ilhar o sujeito do convívio social dito normal, parece também estar correlacionado a determinados tipos de gene. Ocorre que muitos geneticistas, no entanto, têm se inclinado a compreender que os genes precisam de ambientes específicos para produzir seus produtos específicos, e que, portanto, mudanças no ambiente podem provocar mudanças na expressão. Isso é conhecido desde pelo menos quando o modelo operon-lac de Monod e Jacob foi proposto no início da década de 1960, e lhes rendeu posteriormente um Nobel.

Dessa forma, os geneticistas e evolucionistas afirmam que o comportamento humano tem um importante componente genético. Todavia, muitas vezes não se atenta para o fato de que o conceito de gene ser polissêmico. De acordo com Ridley, um gene pode ser definido como: 1) um arquivo hereditário mendeliano para um determinado traço físico ou comportamental; 2) um carreador de doença/saúde; 3) uma informação compartilhada entre diferentes espécies de seres

vivos; 4) uma receita química para sintetizar proteínas; 5) um comutador molecular para ligar/desligar outros genes; 6) uma unidade de seleção natural; e 7) um dispositivo para extrair informação do ambiente. Cada uma dessas definições está relacionada a descobertas feitas ao longo do desenvolvimento da história da genética. Cada uma trilhou um caminho diferente e nenhuma delas, sozinha, poderia responder pela definição do que é o gene. Dessa forma, não constitui surpresa o fato de que os diversos significados possíveis atribuídos ao termo “gene” confundam o público leigo e mesmo alguns biólogos. Isso não significa necessariamente que há um gene que determina tal ou qual comportamento, mas que na população há variações de comportamento, e que essas variações podem ser causadas por diferentes alelos, por distintas versões dos genes.

Quando se diz que o comportamento humano tem um importante componente genético o que está em jogo aqui é o conceito de herdabilidade, que infelizmente é um conceito traiçoeiro, muito mal compreendido. Ele é uma média populacional, sem sentido para qualquer pessoa individual. Matt Ridley mostra que Shakespeare criou em *Sonhos de uma noite de verão* a idéia de “gêmeos virtuais”. Gêmeos virtuais são um par de pessoas que, desde a mais tenra idade viveram juntos e foram tratados igualmente (aproximadamente a mesma alimentação, as mesmas escolas, etc.) uma situação bastante propícia para testar a hipótese de que o ambiente é que cria a identidade, pois seria de se esperar, nesse caso, que essas duas pessoas se parecessem extremamente entre si. Não é o caso das gêmeas virtuais Hérnia e Helena, da peça do bardo inglês. Apesar de terem sido criadas juntas, sem discriminações, elas discordavam em tudo. Entretanto, seria absurdo dizer, segundo Ridley, que Hermia tem mais inteligência (ou traços de personalidade) herdável que Helena, ou vice-versa.

Quando um geneticista diz, por exemplo, que a herdabilidade da altura é de 90% isso não significa que 90% dos centímetros de Hérnia vêm de seus genes, e 10% da sua alimentação ou dos exercícios que fez. Isso significa que a variação na altura em uma amostra particular é atribuível, 90%, aos genes e, 10%, ao ambiente. Não existe variabilidade na altura para um indivíduo; não há herdabilidade em sentido individual.

A herdabilidade pode medir somente variações, não absolutos. A maioria das pessoas nasce com dez dedos. Aquelas com menos dedos usualmente os perderam em algum acidente – através dos efeitos do ambiente. A herdabilidade para o número de dedos é portanto próxima de zero, pois quase não há variações. Todavia, seria absurdo argumentar que o ambiente é a causa de termos dez dedos. Nós desenvolvemos dez dedos porque nós somos geneticamente programados para desenvolver dez dedos. É a variação no número de dedos que é ambientalmente determinada; o fato de termos dez dedos é genético. Paradoxalmente, portanto, as características menos herdáveis da natureza humana podem ser as mais geneticamente determinadas.

Assim também com a inteligência. Não seria certo dizer que a inteligência de Hermia é causada pelos seus genes: é óbvio que não se pode tornar inteligente sem comida, sem cuidado parental, sem aprendizagem ou sem livros. Entretanto, em uma amostra de pessoas que possuem todas essas vantagens, a variação entre os que vão bem nas provas e aqueles que não vão pode ser uma questão de genes. Nesse sentido, a variação na inteligência pode ser genética.

Por acidente geográfico, classe ou dinheiro, a maioria das escolas tem alunos com um *background* similar. Por definição, tais escolas dão a esses alunos um ensino similar. Ridley argumenta que, tendo minimizado as diferenças nas influências ambientais, as escolas inconscientemente têm maximizado o papel da hereditariedade genética: é inevitável que as diferenças entre as notas altas e as notas baixas dos alunos devam ser devidas aos seus genes, por que foi apenas isso que se deixou variar. De novo, herdabilidade é uma medida do que está variando, não do que é determinante (Ridley, 2002, p. 76-77).

Da mesma forma, em uma verdadeira meritocracia, continua Ridley, onde todos têm oportunidades e treinamentos iguais, os melhores atletas serão aqueles com os melhores genes. A herdabilidade da habilidade atlética se aproximaria de 100%. No tipo oposto de sociedade, onde somente poucos privilegiados obtêm comida e chance para treinar suficientes, o *background* e a oportunidade vão determinar quem vence a corrida. A herdabilidade vai ser zero. Paradoxalmente, portanto, quanto mais igual, em termos de oportunidade, nós

fizemos a sociedade, maior será a herdabilidade, e mais os genes irão importar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVERY, Oswald T.; MacLEOD, Colin M. & McCARTY, Maclyn. Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of *pneumococcal* types. *The Journal of Experimental Medicine* **98**: 137-158, 1944.
- BAKER, Bruce S. Sex in flies: The splice of life. *Nature* **340**: 521-524, 1989.
- BERGET, Susan M.; MOORE, Claire & SHARP, Phillip A. Spliced segments at the 5' terminus of Adenovirus 2 Late mRNA. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* **74**: 3171-3175, 1977.
- BRETT, David; POSPISIL, Heike; VALCÁREL, Juan & BORK, Peer. Alternative splicing and genome complexity. *Nature Genetics* **30**: 29-30, 2002.
- BUSS, David. *A paixão perigosa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2000.
- CHAMBON, Pierre. Split genes. *Scientific American* **244** (5): 60-71, May 1981.
- CHOW, Louise T.; GELINAS, Richard E.; BROKER, Thomas R. & ROBERTS, Richard J. An amazing sequence arrangement at the 5' ends of Adenovirus 2 messenger RNA. *Cell* **12**: 1-8, 1977.
- CROFT, Larry; SCHANDORFF, Soeren; CLARK, Francis; BURRAGE, Kevin; ARCTANDER, Peter & MATTICK, John S. ISIS, the intron information system, reveals the high frequency of alternative splicing in the human genome. *Nature Genetics* **24**: 340-341, 2000.
- FALK, Raphael. What is a gene? *Studies in History and Philosophy of Science* **17**: 133-173, 1986.
- GELBART, William M. Databases in genomic research. *Science* **282**: 659-661, 1998.
- GILBERT, Walter. Why genes in pieces? *Nature* **271**: 501, 1978.
- GLOVER, David M. & HOGNESS, David S. A novel arrangement of the 18s and 28s sequences in a repeating unit of *Drosophila melanogaster* rDNA. *Cell* **10**: 167-176, 1977.

- GRAVELEY, Brenton R. Alternative splicing: increasing diversity in the proteomic world. *Trends in Genetics* **17**: 100-107, 2001.
- GRIFFITHS, Paul E. Lost: One gene concept. Reward to finder. *Biology and Philosophy* **17**: 271-283, 2002.
- GRIFFITHS, Paul & NEUMANN-HELD, Eva M. The many faces of the gene. *BioScience* **49**: 656-662, 1999.
- JABLONKA, Eva & LAMB, Marion. *Evolution in four dimension: genetic, epigenetic, behavioral and symbolic variation in the history of life*. Michigan: The MIT Press, 2005.
- JACOB, François. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Rio de Janeiro: Graal, 1983.
- JEFFREYS, A. J. & FLAVELL, R. A. The rabbit  $\beta$ -globin gene contains a large insert in the coding sequence. *Cell* **12**: 1097-1108, 1977.
- KELLER, Evelyn Fox. *O século do gene*. Belo Horizonte: Crisálida, 2002.
- . *The century of the gene*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2000.
- LICKLITER, Robert & HONEYCUTT, Hunter. Developmental Dynamics: Toward a biologically plausible evolutionary psychology. *Psychological Bulletin* **129**: 819-835, 2003a.
- . Developmental dynamics and contemporary evolutionary psychology: *status quo* or irreconcilable views? Reply to Bjorklund (2003), Krebs (2003), Buss and Reeve (2003), Crawford (2003), and Tooby *et al.* (2003). *Psychological Bulletin* **129**: 866-872, 2003b.
- MATTICK, John S. Challenging the dogma: The hidden layer of non-protein-coding RNAs in complex organisms. *BioEssays* **25**: 930-939, 2003.
- MAYNARD-SMITH, John. Reconciling Marx and Darwin. *Evolution* **55**: 1496-1498, 2001.
- MAYR, Ernst. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. [1982]. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.
- MODREK, Barmak & LEE, Christopher. A genomic view of alternative splicing. *Nature Genetics* **30**: 13-19, 2002.

- MOSS, Lenny. Deconstructing the gene and reconstructing molecular developmental systems. Pp. 85-98, in: OYAMA, Susan; GRIFFITHS, Paul E. & GRAY, Russel D. (orgs.). *Cycles of contingency developmental systems and evolution*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2001.
- OLBY, Robert. The protein version of the central dogma: A crisis for biologists. *Genetics* **79**: 3-14, 1975.
- RIDLEY, Matt. *Nature via nurture: genes, experience, and what makes us human*. New York: Harper Collins, 2003.
- SCHMUCKER, Dietmar; CLEMENS, James C.; SHU, Huidy; WORBY, Carolyn A.; XIAO, Jian; MUDA, Marco; DIXON, Jack E. & ZIPURSKY S. Lawrence. Drosophila Dscam is an axon guidance receptor exhibiting extraordinary molecular diversity. *Cell* **101**: 671-684, 2000.
- SILVERMAN, Paul H. Rethinking genetic determinism: with only 30,000 genes, what is it that makes humans human? *The Scientist* **18**: 32-35, 2004.
- STENT, Gunther S. That was the molecular biology that was. *Science* **160**: 390-395, 1968.
- STOTZ, Karola; GRIFFITHS, Paul E. & KNIGHT, Rob. *How biologists conceptualize genes: an empirical study*. Disponível em: <<http://www.pitt.edu/~kstotz/genes/draft%20paper.pdf>>. Acesso em: 19 setembro 2006.
- STROHMAN, Richard C. The coming Kuhnian revolution in biology. *Nature Biotechnology* **15**: 194-200, 1997.
- TOOBY, John; COSMIDES, Leda & BARRETT, H. Clark. The second law of thermodynamics is the first law of psychology: evolutionary developmental psychology and the theory of tandem, coordinated inheritances: comment on Lickliter and Honeycutt. *Psychological Bulletin* **129** (6): 858-865, 2003.
- WANG, Xiaozhong; SU, Hong & BRADLEY, Allan. Molecular mechanisms governing Pcdh- $\gamma$  gene expression: evidence for a multiple promoter and cis-alternative splicing model. *Genes and Development* **16**: 1890-1905, 2002.
- WATSON, James Dewey & CRICK, Francis Harry Compton. Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nu-

cleic acid. *Nature* **171**: 737-738, 1953a.

———. Genetical implications of the structure of deoxyribonucleic acid. *Nature* **171**: 964-967, 1953b.



# Descrições de aves: uma comparação entre Aristóteles e Plínio, o Velho

**Roberto de Andrade Martins\***

## 1 INTRODUÇÃO

As duas obras mais extensas da Antigüidade sobre história natural de que se tem registro são as de Aristóteles e de Plínio, o Velho.

Aristóteles (384-322 a.C.) escreveu várias obras sobre os seres vivos que foram conservadas: *De anima*, *Parva naturalia*, *Historia animalium*, *De partibus animalium*, *De motu animalium*, *De incessu animalium*, *De generatione animalium*. Algumas delas são bastante teóricas, discutindo as causas dos fenômenos vitais; outras são mais descritivas, contendo um grande volume de fatos.

Na *Historia animalium* Aristóteles apresentou uma descrição bastante detalhada de aproximadamente 550 espécies, incluindo vertebrados e invertebrados. Descreveu aparência externa e interna, hábitos dos animais, fez detalhadas comparação entre os animais, e tentou explicar suas principais características e diferenças.

Quatro séculos depois, Plínio o Velho (23-79 d.C.) compilou em sua *Naturalis historiae* todas as informações que conseguiu encontrar sobre plantas, animais, minerais e vários outros assuntos, divididos em 37 partes. O primeiro livro apresenta um índice e bibliografia da obra toda. Os livros II a VI tratam sobre astronomia e geografia; os livros VII a XI, sobre zoologia; os XII a XIX, sobre botânica, agricultura; os XX a XXVII, sobre botânica médica; os livros XXVIII a

---

\* Grupo de História e Teoria da Ciência, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Caixa Postal 6059, 13083-970 Campinas, SP. E-mail: Rmartins@ifi.unicamp.br.

XXXII descrevem remédios tirados de animais e do homem; e os livros XXXIII a XXXVII tratam especialmente sobre mineralogia e metais. Essa obra é uma grande enciclopédia sobre a natureza.

A presente pesquisa apresenta uma comparação das descrições que Aristóteles e Plínio fazem de algumas aves, com a finalidade de identificar as semelhanças e diferenças entre os tratamentos desses dois autores.

Nosso ponto de partida será a apresentação de alguns aspectos do livro X da obra de Plínio, dedicado ao estudo das aves, estabelecendo depois uma comparação com os estudos de Aristóteles.

## 2 AVESTRUZ

Plínio descreve muitas aves, como avestruz, fênix, águia, abutre, falcão, corvo, coruja, pica-pau, pavão, galinha, ganso, cisne, rouxinol, pombo e muitas outras. No caso de algumas delas, como águias, comenta sobre vários tipos (ou espécies). Apresenta informações sobre aparência externa, reprodução, alimentação, hábitos.

Vamos analisar alguns exemplos de descrições de Plínio, a partir dos quais será possível perceber certas peculiaridades de suas descrições. Geralmente ele começa a descrição pelos maiores animais de cada tipo e, no caso das aves, pelo avestruz.

A maior espécie [de ave], que quase pertence à classe das bestas, é o avestruz [*struthocamelus*<sup>1</sup>] da África ou Etiópia, que excede a altura e a velocidade de um cavalo, suas asas sendo-lhe dadas meramente para ajudar a correr, mas não é uma criatura que voe e não se eleva da terra.. Tem garras que lembram os cascos de um cavalo, que usa como armas; são divididas em dois, sendo úteis para agarrar pedras que, quando está fugindo, atira com seus pés contra os perseguidores. Tem notável capacidade de digerir os objetos que engole indiscriminadamente, e é tão estúpido que pensa que se esconde quando ocultou seu pescoço entre arbustos, apesar do grande tamanho do resto de seu corpo. Os ovos do avestruz são extraordinários por seu tamanho; algumas pessoas os usam como vasilhas, e as penas para adornar os capacetes dos guerreiros. (Plínio, *História natural*, livro X.1, §§ 1-

---

<sup>1</sup> Neste e em outros pontos, Plínio utilizou o nome grego da ave – que, aliás, deu origem ao seu nome científico moderno, *Struthio camelus*.

2)<sup>2</sup>

Avestruzes são realmente animais muito rápidos, difíceis de alcançar por uma pessoa a cavalo – pois podem chegar a mais de 60 km/h – mas não escondem suas cabeças (Ashton, 2000, p. 119). A crença de que avestruzes escondem sua cabeça no chão (ou em arbustos, como afirma Plínio) é muito antiga, e já foi explicada pelo fato de que, a grande distância, não se enxergam o pescoço e a cabeça da ave, mas apenas seu grande corpo; isso pode dar a impressão de que a ave escondeu sua cabeça. Suas patas são de fato diferentes das de outras aves (que possuem 3 ou 4 artelhos), mas o avestruz não utiliza sua pata para segurar pedras e atirar para trás; pode ser que, ao correr rapidamente, lance pedras para trás, mas não do modo descrito. A crença em sua capacidade de digerir tudo (até metais) foi popularizada até o Renascimento, sendo algumas vezes exagerada.

Plínio descreve alguns aspectos da aparência externa do avestruz, de seus hábitos (reais ou imaginários), e sua utilização pelos seres humanos. Comparemos com a descrição que Aristóteles faz do mesmo animal:

Pode-se dizer o mesmo também sobre o avestruz da Líbia. Pois ele tem algumas características de um pássaro, algumas de um quadrúpede. Difere de um quadrúpede por ter penas; e de um pássaro por ser incapaz de voar e por ter penas que parecem cabelo e que são inúteis para voar. Além disso, é semelhante aos quadrúpedes por ter cílios superiores, que são ricamente supridos de pelos, contrastando com as partes em torno da cabeça e da parte superior do pescoço que não têm cobertura [de penas], e aos pássaros por ser coberto de penas em todas as partes posteriores a essas. Ainda mais, assemelha-se a um pássaro por ser bípede, e a um quadrúpede por ter uma pata fendida; pois tem pata e não artelhos. A explicação dessas peculiaridades está no seu tamanho, que é mais o de um quadrúpede do que de uma ave. Pois, falando de forma geral, uma ave deve necessariamente

---

<sup>2</sup> Para as traduções da *História natural* de Plínio apresentadas neste artigo foram utilizadas a tradução inglesa de H. Rackam e a francesa de E. de Saint Denis, indicadas na bibliografia. Esta última é muito superior à primeira por sua abundância de notas e comentários que esclarecem o significado de pontos obscuros, fornecem referências adicionais e indicam paralelos com outras obras antigas.

te ser de pequeno tamanho, pois um corpo volumoso e pesado dificilmente pode ser erguido no ar. (Aristóteles, *Partes dos animais*, livro IV cap. 14, 697<sup>b</sup>14-26)

Note-se que toda essa descrição é comparativa. O contexto em que aparece essa descrição de Aristóteles explica suas peculiaridades. No livro IV, capítulo 13 das *Partes dos animais*, o autor discutiu as semelhanças e diferenças entre peixes e cetáceos, e entre morcegos e aves, mostrando que há certas similaridades causadas por seus hábitos de vida, acompanhados por diferenças advindas de pertencerem a grupos completamente distintos de animais. No caso do avestruz ocorre algo semelhante.

Além dessas passagens, Plínio e Aristóteles se referem algumas outras vezes a esse animal. Ambos comentam que a fêmea do avestruz coloca muitos ovos, como as galinhas e as perdizes, ao contrário de outras aves como os pombos (Aristóteles, *Geração dos animais* III.1, 749<sup>b</sup>16-17; cf. Plínio, *História natural* X.52, §143). Outros pontos em que Aristóteles menciona o avestruz (por exemplo, *Partes dos animais* II.14, 658<sup>a</sup>11-15) são indicações muito curtas, geralmente indicando suas peculiaridades e mencionando que isso será discutido depois (no parágrafo reproduzido mais acima).

Não sabemos se Aristóteles e Plínio observaram pessoalmente avestruzes. Em Roma, na época de Plínio, importavam-se grandes quantidades de avestruzes, flamingos e outras aves exóticas para fins culinários (Million, 1926, p. 447).

### 3 FÊNIX

Plínio indica que há dúvidas sobre a existência do segundo pássaro que descreve – a fênix: “A Etiópia e a Índia produzem sobretudo aves multicores e indescritíveis; porém a mais famosa de todas é a fênix da Arábia, cuja existência pode ser uma fábula” (Plínio, *História natural* X.1, §3). Apesar disso, ele descreve essa ave:

Existe apenas uma no mundo, e não é vista freqüentemente. Diz-se que tem o tamanho de uma águia, um colar de ouro em torno do pescoço e todo o resto é púrpura, mas a cauda é azul com penas rosadas. O pescoço tem tufo de penas e a cabeça tem uma crista. O primeiro e mais cuidadoso romano que a descreveu foi o eminente senador

Manilius, célebre pelo conhecimento que adquiriu sem mestres. Afirmou que ninguém a tinha visto se alimentando, que é sagrada ao Deus Sol na Arábia, que vive 540 anos e, quando envelhece, constrói um ninho com ramos de caneleira e de incenso, enchendo-o de perfumes, e ali se deita até morrer. Dos seus ossos e medula nasce primeiramente um verme, que se transforma em um pequeno pássaro. Este primeiro realiza os ritos funerais para o pássaro anterior e carrega todo o ninho para a Cidade do Sol perto de Panchaia<sup>3</sup>, depositando-o sobre um altar. Segundo o mesmo Manilius, a revolução do Grande Ano coincide com a vida desse pássaro e seu retorno é marcado pelo mesmo ciclo de estações e de astros; esse reinício ocorre ao meio-dia, no dia em que o Sol entra no signo de Aries. No ano em que ele escreveu, no consulado de Publius Licinius e Gnaeus Cornelius [97 a.C.], era o ano 215 desse período. Cornelius Valerianus relata que uma fênix voou pelo Egito no consulado de Quintus Plautius e Sextus Papinius [36 d.C.]. Foi até mesmo trazida a Roma no período de censura do imperador Claudius, no ano 800 de Roma [47 d.C.], e exposto no *Comitium* – um fato atestado pelos Anais, mas ninguém duvida que essa fênix fosse uma falsificação. (Plínio, *História natural* X.2, §§3-5)

A mais antiga menção à fênix, em textos europeus, encontra-se em Heródoto (*História*, livro 2, cap. 73) e é semelhante à apresentada por Plínio, sob o ponto de vista de sua aparência. É também descrita por Tacitus (Hulme, 2000, p. 98). No entanto, não é uma lenda de origem grega, pois considera-se que seria baseada no mito egípcio do pássaro *bennu*, símbolo do deus Sol (Harrison, 1960, p. 173). Aristóteles certamente conhecia a lenda, mas não a menciona em suas obras sobre os seres vivos.

Há uma versão muito antiga, chinesa, em que o pássaro solar era chamado de *fung huang* (Gould, 2000, p. 252; Suhr, 1976, p. 29). Sua descrição era bem diferente da fênix européia, já que teria a cabeça de um galo, o pescoço de uma cobra, bico de andorinha, um casco de tartaruga e cauda de peixe, tendo cinco cores diferentes.

A versão antiga mais comum menciona que a fênix se incendeia e

---

<sup>3</sup> Chamava-se de Panchaia uma região da Arábia produtora de substâncias aromáticas – porém a “Arábia” na época se estendia até o delta do Nilo. A “Cidade do Sol” seria Heliópolis, no Egito.

depois renasce de suas próprias cinzas – um detalhe que não aparece na versão de Plínio. Todos aceitavam, no entanto, que se tratava de um espécime único, de sexo indefinido, vivendo sozinho (Goldsmid, 2000, pp. 41-42).

A duração de sua vida, descrita por vários autores, varia de 540 anos (como Plínio) a 12.954 anos (de acordo com Solinus), sendo mais comuns valores em torno de mil anos (Suhr, 1976, pp. 30-31). Segundo os antigos Preceitos de Chiron, a gralha (*korone*) vive nove gerações de homens; um veado, quatro gerações de gralhas; um corvo (*korax*), por três gerações de veados; e a fênix por nove gerações de corvos (Douglas, 1928, pp. 68-69)<sup>4</sup>.

Nota-se que Plínio exhibe neste caso certa ambigüidade. Se a fênix é apenas uma fábula, por que ele a descreve? Embora indique suas autoridades (Manilius e Cornelius Valerianus), não mantém um distanciamento das mesmas, já que elogia o cuidado de Manilius. É difícil avaliar se ele próprio aceitava ou não a existência do pássaro.

#### 4 ÁGUIAS

Depois do avestruz e da fênix, Plínio descreve as águias, que seriam os pássaros “mais honrados e mais fortes” (Plínio, *História natural* X.3, §6). Menciona a existência de seis tipos, e sua descrição é entremeadada de comentários como este:

O terceiro [tipo de águia] é o *morphnos*, que Homero também chama de *percnos* [águia parda], e alguns de *plangos* ou de águia-pato. É a segunda em tamanho e força e vive na vizinhança de lagos. Phemonoe, que era chamada de Filha de Apolo, afirmou que possui dentes, mas que é muda e sem voz; e que é a mais escura das águias, tendo cauda proeminente. Boethus concorda. Tem um truque engenhoso para quebrar as carapaças de tartarugas que carrega, derrubando-as do alto. Um acidente destes causou a morte do poeta Ésquilo, que estava tentando evitar um desastre dessa natureza que tinha sido vaticini-

---

<sup>4</sup> No livro VII da *Naturalis historiae*, Plínio apresenta uma escala de durações de vida semelhantes, mas sem incluir a fênix: a vida da gralha é nova vezes a de um homem, a do veado é quatro vezes a da gralha, e a do corvo é três vezes a do veado. Considerando o tempo de vida do homem como sendo de 70 anos, um corvo viveria sete mil anos (Heather, 1939, p. 247).

nado, permanecendo confiante sob o céu aberto. (Plínio, *História natural* X.3, §§7-8)

É curioso notar algumas das fontes que Plínio utilizava, como as desta citação. Homero, evidentemente, não era um naturalista e sim um poeta. Phemonoe foi a primeira pitonisa do horáculo de Delfos. “Boethus” é o nome latinizado do poeta grego Boios.

Era comum, entre os autores antigos, mencionar Homero, Hesíodo e outros poetas em todo tipo de contexto. Aristóteles, ao descrever os tipos de águias, também se refere a Homero, mas de uma forma diferente da de Plínio:

Há uma outra espécie [de águia] chamada de *plangos*. Ela está em segundo lugar em relação a seu tamanho e força, e vive em penhascos e gargantas de montanhas, e também perto de lagos pantanosos. Recebe o nome de “matadora de patos” e de águia negra [*morphnos*]. É mencionada por Homero na sua descrição da visita que Príamo fez à tenda de Aquiles. (Aristóteles, *História dos animais* IX.32, 618<sup>b</sup>22-26)

O relato de Homero ao qual Aristóteles se refere é uma bela descrição de como Príamo, a pedido de sua esposa Hecuba, invocou Zeus e pedindo-lhe que lhe enviasse seu mensageiro (uma águia parca) como um sinal que garantisse que ele poderia ir até onde estavam seus inimigos e voltar vivo (Homero, *Ilíada* livro XXIV, 281-330). Não se trata, evidentemente, uma descrição ornitológica<sup>5</sup>, mencionando apenas a cor escura do pássaro, suas asas longas (abertas, e quivaliam à largura de uma porta dupla) e sua conexão com Zeus, como ave de bom agouro quando fosse vista voando à direita do observador. É evidente que Aristóteles fez a menção a esse episódio da *Ilíada* apenas por motivos estéticos e não para indicar Homero como sua fonte de informações.

Comparando-se as duas descrições acima, é provável que o autor romano tenha se baseado no texto de Aristóteles (que não mencionou

---

<sup>5</sup> É relevante mencionar que há quase um século MacLair Boraston fez um detalhado estudo das descrições de Homero a respeito de pássaros e mostrou que, embora sejam curtas e pouco numerosas, são bastante cuidadosas e corretas (Boraston, 1911).

aqui), fazendo no entanto algumas mudanças e adições. A menção às informações da pitonisa de Delfos é infeliz, pois as informações são incorretas (aliás, nenhuma ave tem dentes...).

A informação de que algumas águias quebram os cascos de tartarugas deixando-as cair ao chão é correta, e não é encontrada em Aristóteles. Porém, a lenda sobre a morte de Ésquilo não tem qualquer fundamento.

## 5 ABUTRE

Outro exemplo curioso é o do abutre, que Plínio assim descreve:

Os abutres negros são os mais fortes. Ninguém jamais atingiu seus ninhos e por isso houve pessoas que pensaram que chegavam voando do outro lado do globo. Isso é um engano. Fazem seus ninhos em penhascos elevados. Muitas vezes seus filhotes são vistos, geralmente em pares. O arúspice mais hábil de nossa época, Umbricius, afirma que colocam 13 ovos, mas usam um deles para limpar os restantes do ninho, atirando-o fora depois; e que três dias antes voam para algum lugar onde haverá cadáveres. (Plínio, *História natural* X.7, §19)

Se ninguém jamais chegou aos seus ninhos, como se pode saber que colocam 13 ovos? A menção de que os abutre utilizam um dos ovos para limpar o ninho é também desprovida de qualquer sentido zoológico. Vejamos o trecho correspondente de Aristóteles:

O abutre faz seu ninho em rochas inacessíveis. Assim, é raro ver um ninho de abutre e seus filhotes. Por isso Heródoto, pai do sofista Bryson, afirmou que os abutres vêm de outro continente, que nos é desconhecido, alegando a favor de sua idéia a seguinte prova: que ninguém viu um ninho de abutre e que, apesar disso, de repente se vêem bandos deles seguindo os exércitos. Na verdade, embora seja difícil ver um ninho dessas aves, eles já foram observados. Os abutres colocam dois ovos. (Aristóteles, *História dos animais* VI.5, 563<sup>a</sup>5-11)

Em outro ponto Aristóteles repete a mesma narrativa agregando, no entanto, que a fêmea do abutre coloca geralmente um ovo, ou dois no máximo (Aristóteles, *História dos animais* IX.11, 615<sup>a</sup>3-14).

É importante notar as diferenças entre os dois relatos. Aristóteles se refere a um autor que havia afirmado que ninguém jamais viu um

ninho de abutre, porém nega essa afirmação. Plínio afirma, sem mencionar a opinião de outros autores, que ninguém atingiu seus ninhos. No entanto, é bastante provável que Plínio tenha lido e utilizado o trecho da *História dos animais* citado acima, pois repete a idéia de que os abutres viriam de um lugar muito distante. Apesar de conhecer a descrição de Aristóteles e sua informação sobre o número de ovos, muito mais razoável, Plínio preferiu a opinião de Umbricius Melior, o arúspice de Galba.

## 6 FALCÕES E CUÇO

No caso dos falcões, Plínio começa indicando a existência de vários tipos:

Há 16 tipos de falcões, entre os quais o *aegithus*, que manca de uma das patas e constitui um ótimo augúrio para casamentos e criação de gado, e o *triorchis*, que tem esse nome por causa do número de seus testículos e ao qual Phemonoe dava prioridade entre os augúrios. O nome romano dele é *buteo*, que é também sobrenome de uma família, que foi assumida porque um deles se empoleirou no navio de um almirante, trazendo bons augúrios. Os gregos chamam de *epileos* a única espécie que é visível em todas as estações; as outras desaparecem no inverno. (Plínio, *História natural* X.8, §21)

Embora fale na existência de 16 tipos de falcão, Plínio descreve apenas alguns deles – aqueles que exibem alguma peculiaridade. Os três primeiro que menciona estão relacionados a augúrios, além de dois deles possuírem características físicas estranhas – um deles sendo manco e o outro com três testículos. Essa última peculiaridade é difícil de compreender. Os falcões, como todas as aves, possuem testículos internos, ou seja, não são visíveis; e possuem dois e não três testículos. É possível que Plínio estivesse se referindo não a uma espécie, e sim a um portento ocasional descrito pelos arúspices, que examinavam as entranhas dos animais para fazerem seus prognósticos.

Algumas das informações sobre os falcões apresentadas por Plínio encontram paralelos em Aristóteles. Ele menciona o *aegithus*, afirmando: “O *aegithus* come de tudo e tem muitos filhotes, e caminha mancando” (Aristóteles, *História dos animais* IX.15, 616<sup>b</sup>10-11). Há

uma diferença em relação ao relato de Plínio, que afirma que o *aegithus* manca de uma das patas [*claudum altero pede*]. É impensável a existência de uma espécie de animal com tal tipo de anomalia assimétrica; mas é aceitável um pássaro que caminhe de um modo peculiar, análogo ao caminhar de uma pessoa que manca.

Aristóteles também se refere ao *triorchis* (interpretado pelos tradutores como pertencendo ao gênero *Buteo*) mas sem explicar essa denominação, comentando apenas que se trata do mais forte dos falcões, que é do tamanho do milhafre e que é visto durante o ano todo (Aristóteles, *História dos animais* VIII.3, 592<sup>b</sup>4; IX.36, 620<sup>a</sup>17). O nome *epileos*, que Plínio menciona no final da citação acima, não aparece na obra de Aristóteles, sendo provável que neste ponto o autor estivesse se referindo ao próprio *triorchis*. Plínio se baseava em diversas fontes e isso poderia tê-lo levado a confundir as informações e a identificação dos animais (Pollard, 1947, p. 28).

Aristóteles não menciona, ao descrever esses falcões, seu uso na adivinhação do futuro. Aliás, na obra *História dos animais*, a menção a augúrios é muito rara, e sempre aparece na forma de uma referência à crença de algumas pessoas, e não como algo aceito pelo próprio Aristóteles.

Logo depois de descrever os falcões, Plínio trata do cuco, que seria uma ave proveniente destes:

O cuco parece ser produzido pela transformação de um falcão em certa estação do ano, pois os demais falcões não aparecem nessa época, exceto em alguns poucos dias, e o próprio cuco, depois de ser visto por um curto tempo no verão, não é observado depois. Mas o cuco é o único entre os falcões que não tem garras curvas, e também não se assemelha aos falcões na cabeça ou qualquer outra coisa exceto em sua cor: sua aparência geral é mais a de um pombo. Além disso ele é devorado pelo falcão, quando ambos aparecem juntos; é o único pássaro que é morto por sua própria espécie. (Plínio, *História natural* X.9, §25)

É bastante peculiar esta passagem, já que Plínio indica uma única evidência a favor da identidade entre os cucos e os falcões, e várias evidências de que são espécies bem diferentes. Vejamos a descrição correspondente de Aristóteles:

**Alguns dizem** que o cuco é um falcão transformado, pois quando aparece o cuco, o falcão, que é semelhante a ele, desaparece. Realmente, os falcões somente são vistos durante alguns dias quando o canto do cuco ressoa no início da estação. O cuco só aparece durante um tempo curto no verão e desaparece no inverno. O falcão tem garras recurvadas, que o cuco não tem, e em relação à sua cabeça o cuco também não se parece ao falcão. Tanto em relação à cabeça quanto às patas, ele se assemelha mais ao pombo. Ele se assemelha ao falcão apenas na cor, mas as marcas do falcão são listradas, e as do cuco são pintadas. Pelo tamanho e vôo ele se assemelha ao menor dos falcões, que geralmente desaparece quando o cuco surge, embora os dois tenham sido vistos ao mesmo tempo. Vê-se que o cuco é caçado pelo falcão; e isso nunca acontece entre pássaros da mesma espécie. **Dizem** que ninguém jamais viu o filhote do cuco. O pássaro põe ovos, mas não constrói um ninho. Algumas vezes coloca os ovos no ninho de um pássaro menor, depois de devorar os ovos desse pássaro. Coloca-os de preferência no ninho do torcaz, depois de devorar os ovos desse pombo. Às vezes coloca dois ovos, mas geralmente apenas um. (Aristóteles, *História dos animais* VI.7, 563<sup>b</sup>14-564<sup>a</sup>2; ênfase adicionada pelo tradutor)

Portanto, Aristóteles também se refere à crença de que o cuco é um falcão transformado<sup>6</sup> e indica os fatos que reforçam tal crença; mas logo depois apresenta as evidências de que isso não pode ser aceito (Hardy, 1879, p. 64). De fato, se o cuco põe ovos, os cucos nascem de outros cucos e não de falcões. Além disso, a cabeça e as garras são diferentes, e os cucos são caçados pelos falcões “e isso **nunca** acontece entre pássaros da mesma espécie”. Plínio, pelo contrário, descreve e *aceita* a crença, introduzindo por isso o comentário de que “é o único pássaro que é morto por sua própria espécie”. Por outro lado, embora aceite que o cuco é um falcão transformado, Plínio logo depois descreve que a fêmea do cuco coloca seus ovos nos ninhos de outras aves, sem perceber que está se contradizendo.

Embora se baseie muito em Aristóteles, Plínio frequentemente altera o significado do original. Um exemplo bem estudado (Magrath, 1976, p. 138) é a descrição de Aristóteles sobre os corvos (Aristóte-

---

<sup>6</sup> Trata-se de uma crença presente em vários povos. No folclore chinês, tanto o pombo quanto o cuco seriam falcões transformados (Heather, 1939, p. 255).

les, *História dos animais* IX.31, 618<sup>b</sup>9-17), que é refletida de forma equivocada na obra de Plínio (*História natural* X.12, §§31-33).

Na Antigüidade havia uma vasta tradição a respeito de transformações de animais uns nos outros. Aristóteles parece não aceitar a idéia, porém no *De mirabilibus* que lhe é atribuído há uma menção à crença na possibilidade de transformação de aves: “Quando um casal de águias tem filhos, o segundo é sempre uma águia do mar. Da águia do mar surge uma águia-pescadora, e dessa nascem águias negras e abutres; estas, por sua vez, produzem os grandes abutres, e estes são estéreis. Uma prova é que ninguém jamais viu um ninho de um grande abutre” (Aristóteles, *De mirabilibus*, 831<sup>a</sup>, *apud* Zirkle, 1936, p. 105). Essa obra aristotélica, no entanto, apenas registra crenças, sem se comprometer com sua veracidade.

## 7 DOIS ESTILOS DE HISTÓRIA NATURAL

O limite de espaço nos impede de analisar outros exemplos, mas os que foram apresentados acima são típicos e nos permitem perceber algumas diferenças gerais entre os dois autores.

Primeiramente, é importante mencionar que na obra de Aristóteles encontramos certos tipos de descrições que não têm análogo na *História natural* de Plínio. A tendência geral de Aristóteles é comparar e obter generalizações, analisando desde as características mais banais comuns a todas as aves até suas diferenças mais importantes (Aristóteles, *Sobre as partes dos animais*, IV.12, 692<sup>b</sup>3-695<sup>a</sup>28). Ao longo de suas obras Aristóteles descreve, por exemplo, que todas as aves possuem duas asas e duas patas (que se dobram no sentido oposto ao das pernas humanas), com quatro artelhos em cada pata (exceto o avestruz); todas se reproduzem por ovos, todas têm o corpo recoberto de penas, e todas possuem bicos em vez de uma boca com dentes. Os ouvidos e narinas são representados por meros orifícios. Sua estrutura interna é também uniforme. O pulmão é dividido em duas partes bem separadas e possui uma consistência membranosa e com pouco sangue. Não possuem epiglote. Os ossos são leves e quebradiços, comparados aos dos mamíferos. Possuem um osso em forma de quilha, no peito, que é coberto por uma grossa camada de carne, especialmente nos pássaros que voam. Dentro da boca há sempre uma lín-

gua e nunca há dentes, sendo os alimentos triturados internamente. Os testículos dos machos são internos (não aparecem externamente). Não possuem bexiga e os canais que saem dos rins vão dar na mesma abertura por onde saem os resíduos do intestino. Sempre possuem vesícula biliar.

A estrutura geral é idêntica em todas as aves, mas suas partes se diferenciam sob o ponto de vista quantitativo nos seus diferentes tipos. Aquilo que é comum a todas as aves deve ser necessário para a existência desses animais (ou, pelo menos, altamente benéfico para eles); aquilo que é diferente nos diversos tipos de aves deve ser explicado a partir de seus diferentes modos de vida.

Em algumas aves o pescoço é longo, em outros é curto. Como regra geral, isso é determinado pelo comprimento das pernas. Pois as aves de pernas longas possuem um pescoço longo, aves de pernas curtas possuem pescoço curto, havendo no entanto uma exceção à regra, constituída pelas aves palmípedes. Porque para uma ave pendurada sobre pernas longas um pescoço curto seria inútil para coletar alimento do chão; e da mesma forma um pescoço longo seria inútil, se as pernas fossem curtas. Os pássaros carnívoros também encontrariam que um grande comprimento do pescoço interferiria muito com seus hábitos de vida, pois um pescoço longo é fraco, e as aves carnívoras dependem de sua força superior para subsistir. Por isso, nenhuma ave que tem garras possui um pescoço alongado. No entanto, nas aves palmípedes e em algumas outras semelhantes cujos artelhos estão separados mas possuem lobos marginais achatados, o pescoço é longo, de tal modo a ser adequado para coletar alimentos dentro d'água; mas suas pernas são curtas, para serem adequadas à natação. (ARISTÓTELES, *Sobre as partes dos animais*, IV.12, 692<sup>b</sup>22 – 693<sup>a</sup>9)

Todos os estudos de Aristóteles sobre os seres vivos estão impregnados por uma preocupação com as causas dos seus fenômenos, com as razões mais gerais da estrutura dos animais e também de suas diferenças. Plínio não apresenta nenhuma preocupação semelhante a essa e por isso muitos dos ensaios de Aristóteles não possuem qualquer paralelo na *História natural*.

Ao contrário de Aristóteles, Plínio não tem uma *teoria* sobre os seres vivos, preocupando-se apenas em apresentar uma coletânea de

informações sobre cada tipo (Reynolds, 1986, p. 7). Parece que os fatos eram suficientes, para ele. O próprio estilo de sua obra indica que ele não pretendia que lessem de forma sequencial todo o seu conteúdo, mas que apenas consultassem (utilizando o índice apresentado no livro I) os fatos que pudessem ter algum interesse. Trata-se de uma enciclopédia e não de um tratado filosófico.

## 7.1 Veracidade das informações

O valor de uma coleção de fatos depende da *veracidade* de suas informações. Os exemplos acima mostram que Plínio incorporou às suas descrições muitos dados espúrios. Aristóteles também não estava livre de erros fatuais. Muitos autores se dedicaram a localizar e apresentar listas dos equívocos mais grosseiros de Aristóteles, como a crença de que os olhos das andorinhas cresciam de novo, se fossem perfurados ou a fertilização das perdizes pelo vento que sopra do macho para a fêmea<sup>7</sup>, por exemplo (Longwell, 1917, p. 356; Heather, 1939, pp. 248, 253-254; Hulme, 2000, pp. 109-110).

A maior parte dos erros de Aristóteles é repetida por Plínio que, no entanto, chega a corrigir alguns de seus equívocos fatuais. Por exemplo: o pensador grego atribuía ovos com pintas tanto ao faisão quanto às galinhas-d'angola. Plínio indica que os ovos dos faisões são avermelhados, sem pintas. Aristóteles indica que o período de incubação dos ovos dos pombos é de 25 dias, enquanto Plínio descreve, corretamente, que é de 20 dias, e às vezes dois dias a menos, no verão (Saint Denis, pp. 13-14, *in* Plínio, 1961). No entanto, pode-se afirmar com segurança que a proporção de erros em suas descrições é muito menor do que na *História natural*; e que Plínio comete muitos equívocos em pontos onde Aristóteles estava correto. Em certos lugares, como foi mostrado acima, Plínio apresenta contradições, e uma simples reflexão lógica permitiria identificar vários problemas.

---

<sup>7</sup> Essa lenda é reproduzida em autores medievais como, por exemplo, no *Kitab al-Imta' wal-Mu'anasa* de Abu Hayyan al-Tauhidi (século X): “Quando perdizes estão no cio e uma fêmea está perto de um macho, e o vento sopra do lado do macho em sua direção, ela imediatamente fica cheia de ovos” (Kopf, 1956, p. 406).

Talvez seja injusto avaliar Plínio comparando-o a Aristóteles. Não podemos censurá-lo por ser inferior a Aristóteles, sob o ponto de vista filosófico, já que Plínio não pretendia ser um filósofo. Mas podemos, sim, compará-lo desfavoravelmente com o pensador grego naquilo que Plínio realmente pretendia fazer: compilar fatos corretos (Axtell, 1926, p. 106). Pois ele próprio criticava aqueles que não se empenham na busca da verdade e comentava: “Quando um homem distinto é responsável por uma falsidade, perde-se imediatamente a fé” (Plínio, *História natural*, V.12).

## 7.2 Descrições fantásticas

Muitos dos equívocos fatuais de Plínio estão associados a coisas anormais ou maravilhosas – algo que pode ser explicado pela atração humana por aquilo que é fantástico (Hulme, 2000, p. 7). Embora ele próprio perceba que certas descrições são espantosas, cita autoridades para todos os casos duvidosos (Plínio, *História natural*, VII.8). Geralmente Plínio confia em suas fontes – especialmente os “antigos” – mas às vezes se irrita com autores como Xenofonte, que afirmou que certo rei viveu 600 anos e seu filho 800 anos (Axtell, 1926, pp. 106-107). Critica também uma descrição grega de um lobisomem e comenta: “É maravilhoso até onde vai a credulidade dos gregos. Nenhuma falsidade é tão descarada que não tenha sua testemunha” (Plínio, *História natural*, VIII, §§81-82). A crítica da credulidade, em Plínio, caminha entretanto juntamente com sua própria credulidade. Ele não acredita em lobisomens, em pégasos, grifos, sereias ou habitantes subterrâneos. No entanto, aceita a existência de uma raça humana de uma só perna, com pés tão grandes que servem para lhes fazer sombra; e outra raça sem boca, que se alimenta apenas do perfume das flores (Axtell, 1926, pp. 107-108).

A *História natural* de Plínio serviu de base para a obra *De mirabilibus mundi* de Gaius Julius Solinus, e essas duas obras foram a base do *Physiologus* e de outras obras medievais, como os bestiários, que selecionaram as lendas mais fantásticas sobre os animais, dando-lhes interpretações religiosas (Robinson, 1965, p. 278).

No período medieval, alguns autores estavam plenamente cientes de que o uso religioso ou moral dos relatos a respeito dos animais

poderia estar em conflito com os fatos sobre a natureza. Agostinho, por exemplo, comentou que a crença de que a águia quebra contra uma pedra seu bico, quando envelhece e este se torna muito comprido, que “o importante para nós é considerar o significado de um fato e não discutir sua autenticidade” (Hulme, 2000, p. 6). Não há qualquer evidência de que Plínio adotasse uma concepção como essa.

De um modo geral, Aristóteles toma o cuidado de não descrever animais fantásticos e de existência duvidosa, criticando muitas das lendas de sua época.

### 7.3 Fontes utilizadas

No Livro I de sua *História natural*, Plínio, apresenta um sumário de sua obra e indica as fontes em que se baseou, para cada um dos livros. Além de Aristóteles, que cita com grande frequência, Plínio utilizou muito as obras de Theophrastos.

O Livro X (que é o objeto de estudo deste artigo) tem a seguinte lista de autoridades como fonte de informação para os “794 fatos, investigações e observações” lá contidos:

Dos autores: Manilius, Cornelius, Velerianus, registros, Umbricius Melhor, Masurius Sabinus, Antistius Labeo, Trogus, Cremutius, Marcus Varro, Pictor, Titus Lucretius, Cornelis Celsus, Horácio, Deculo, Huginus, Sasernis, Nigidius, Mamilius, Sura. Estrangeiros: Homero, Phemonoe, Philemon, a *Ornithogonia* de Boethus, os *Augúrios* de Hylas, Aristóteles, Theophrastos, Callimachus, Ésquilo, rei Heron, rei Philometor, Archytas de Tarento, Amphiloachus de Atenas, Aristophanes de Mileto, Antigonus de Cumae, Agathocles de Chios, Apollonius de Pérgamo, Ariustander de Atenas, Bacchius de Mileto, Bion de Soli, Chaereas de Atenas, Diodorus de Priene, Dion de Colophon, Demócrito, Diophanes de Nicaea, Epigenes de Rodes, Evagon de Thasos, Euphronius de Atenas, Juba, *Sobre a agricultura* de Androtion, Aeschrio *idem*, Lysimachus *idem*, a tradução de Mago por Dionísio, o resumo de Dionísio por Diophanes, Nicander, Onesicritus, Phylarchus, Hesíodo. (Plínio, *História natural* livro I, p. 57)

Sem parecer ter muito critério, Plínio se baseia indiferentemente nos mais cuidadosos estudiosos antigos ou na pior literatura existente. Poetas gregos (Homero, Hesíodo, Ésquilo) aparecem lado a lado com Aristóteles e Theophrastos. Plínio utilizou livros médicos, filo-

sóficos, sobre viagens, agricultura, culinária, obras sobre augúrios, registros oficiais da história de Roma, peças teatrais (Hulme, 2000, p. 18). Suas fontes foram principalmente livros; mas deve também ter se baseado em relatos verbais e em sua própria experiência. (Reynolds, 1986, p. 7).

Obviamente, não é necessário ter qualquer treino especial para fazer observações diretas. O rei Frederick II, por exemplo, parece ter se baseado principalmente em observações pessoais, ao escrever sua obra *De arte venandi cum avibus* (escrito aproximadamente em 1250) sobre falcões e outras aves (Haskins, 1921, p. 350). No entanto, Plínio enfatiza seu uso de livros, e não de observações pessoais.

A obra de Plínio é, essencialmente, um livro escrito por um erudito, que se baseia em muitas coisas que leu (e na sua limitada experiência prática). Ele não pode ser considerado um observador da natureza. Aristóteles, pelo contrário, se dedicou intensamente à observação (e experimentação) com animais, procurando testar as informações de outros autores, examinando também de forma crítica os relatos que colhia de pescadores, caçadores, criadores de animais e pessoas do povo.

#### 7.4 Credulidade e superstições

Plínio apresenta com grande frequência informações sobre o uso de pássaros na arte da adivinhação, além de se basear em obras de áugures, pitonisas e arúspices. Essa é uma forte diferença em relação a Aristóteles, que se nota quando são comparados trechos correspondentes. Enquanto Aristóteles descreveu hábitos dos corvos para exemplificar a comunicação entre os animais, Plínio enfatizou a informação profética transmitida pelos pássaros aos homens e que os próprios corvos teriam a capacidade de compreender essas mensagens (Magrath, 1976, p. 138).

É curioso que Plínio zomba dos mágicos, mas sua obra está repleta de receitas mágicas<sup>8</sup>, provavelmente baseadas nos papiros mágicos

---

<sup>8</sup> Por exemplo, Plínio conta que carregar um morcego três vezes em volta da casa, depois pendurá-lo de cabeça para baixo fora da janela atua como um encantamento protetor, e que seu coração pode ser utilizado como remédio para formigas venenosas (Plínio, *História natural* XXIX, §§ 26, 29; ver Heather, 1940, p.

egípcios (Riess, 1896, p. 77). No início do livro XXX Plínio chama os magos de mentirosos e afirma que suas artes são vãs. Ele ataca a ignorância e superstição dos que utilizam a magia, referindo-se a práticas estrangeiras (dos persas, dos gregos, dos gauleses e outros) e associando-a também à astrologia, que condena (French, 1994, pp. 226-228).

Embora não aceitasse encantamentos e tratamentos médicos mágicos, ele não criticava da mesma forma os processos de adivinhação dos magos, pois adivinhação do futuro era também parte da vida romana. De fato, o Colégio de Áugures era uma instituição religiosa e social submetida ao Senado romano (Reeder, 1997, p. 98) e os “livros sibilinos” eram consultados frequentemente pelos senadores romanos no caso de ocorrências prodigiosas.

No entanto, no tempo de Aristóteles, havia uma reação contra crenças desse tipo. Theophrastos, o companheiro de Aristóteles, escreveu um tratado contra a superstição (Halliday, 1930)<sup>9</sup>. Ele criticou o medo de sonhos e de acontecimentos ominosos; ansiedade relacionada à purificação religiosa; e a atração pelos cultos orientais novos.

Aristóteles provavelmente partilhava dessa crítica à superstição. Há raras menções a augúrios, em suas obras, como por exemplo: “O espirro é realizado por meio dele [do nariz], sendo uma brusca emissão do ar coletado, sendo a única forma de respiração que é utilizada como um *omen* e considerada como sobrenatural” (Aristóteles, *História dos animais* I.11, 492<sup>b</sup>7-8). O surgimento de leite em animais machos (como bodes) também é citado por ele: “Tais ocorrências são consideradas como sobrenaturais e carregadas de augúrios quanto ao futuro [...]” (Aristóteles, *História dos animais* III.20, 522<sup>a</sup>16-17).

Quando aparecem menções a augúrios, em Aristóteles, são geralmente descrições neutras de crenças, que ele próprio não parece adotar<sup>10</sup>. Em alguns pontos, no entanto, pode-se perceber uma crítica à

---

270).

<sup>9</sup> O termo grego utilizado por Theophrastos era *deisidaimonia*, que significa literalmente temor de coisas espirituais.

<sup>10</sup> Uma possível exceção é esta (Heather, 1939, p. 257): “O codornizão [*Crex crex*] é briguento, esperto em seu modo de viver, mas sob outros aspectos é um pássaro agourento” (Aristóteles, *História dos animais* IX.17, 616<sup>b</sup>20).

credulidade envolvida nos augúrios (Aristóteles, *História dos animais* I.17, 496<sup>b</sup>24-29)

## 7.5 Utilidade dos animais

Além do uso de animais em augúrios, a obra de Plínio está repleta de descrições sobre seus usos médicos e outros. No livro X, além de descrever a aparência e hábitos de muitos pássaros (quase sempre informações traduzidas ou adaptadas de Aristóteles), Plínio apresenta informações sobre o uso de pássaros na arte da adivinhação, sobre os primeiros aviários construídos em Roma e sobre a culinária romana (Bodson, 1986, p. 100).

A importância da associação entre zoologia e medicina, em Plínio, é evidente, já que ele apresenta informações sobre animais em duas partes da *História natural*: nos livros VIII a XI, sob um ponto de vista que poderíamos chamar de zoológico; e nos livros XXVIII a XXXII, sob o ponto de vista farmacológico – seu uso medicinal. Essas duas partes são comparáveis, quanto ao volume de informação.

Com raras exceções, a utilidade da natureza para o homem não é mencionada nas obras de Aristóteles sobre os animais. (French, 1994, p. 13).

A filosofia grega começou a ser ensinada em Roma no século II a.C. No entanto, os romanos não se limitaram a aprender o que os gregos lhes ensinavam: eles adaptaram essa filosofia ao seu próprio estilo de ver o mundo, transformando-o em um conhecimento prático (French, 1994, p. 149). Não tinham interesse nem no conhecimento por si próprio nem na busca de causas para os fenômenos naturais como aparece em Aristóteles, mas sim em questões éticas e técnicas. Havia, assim, uma diferença central entre os *valores* adotados por Aristóteles e Plínio, em seus estudos. Para Plínio, o estudo da natureza em si era desprovido de interesse, ou seja, estéril:

Meu assunto é estéril: a natureza, ou seja, a vida; e esse assunto no seu aspecto menos elevado, empregando termos rústicos ou estrangeiros, até palavras bárbaras que realmente precisam ser introduzidas com um pedido de desculpas. Além disso, a trilha não é uma estrada bem batida por autoridades, nem uma em que a mente está ávida por penetrar: não há uma só pessoa entre nós que tenha feito essa mesma aventura, nem mesmo um dos gregos que tenha se dedicado sozinho

a todos os aspectos do assunto. (Plínio, *História natural* I, prefácio, 13-14)

A *História natural* procura descrever aquilo que é notável, em algum sentido, para os seres humanos. A natureza fez tudo para os homens, e por isso seu conhecimento é relevante. Em vez de discutir a teoria das formas de Aristóteles ou Platão, era mais importante apresentar um levantamento dos recursos materiais disponíveis no mundo natural para uso do homem – especialmente para uso dos romanos (French, 1994, p. 207).

## 7.6 Antropocentrismo

Para Plínio, é relevante descrever a relação entre os animais e acontecimentos humanos (lendários ou não), como a morte de Ésquilo. Ao falar sobre a águia, ele comenta que tal pássaro estava associado a Júpiter e descreve que este e outros animais eram utilizados como insígnias nas legiões romanas (Plínio, *História natural* X.16). Já mencionamos também como a descrição dos hábitos dos animais feita por Plínio é fortemente antropomórfica. Plínio preocupa-se frequentemente em indicar quando algum tipo de animal (ou seu uso) apareceu pela primeira vez em Roma (French, 1994, p. 216).

O foco da atenção de Plínio é o ser humano: os animais são estudados principalmente por causa de sua utilidade prática (alimentação, medicina), por sua vinculação com os seres humanos, por seu interesse moral, religioso/mágico e por elementos curiosos. Para Aristóteles, esses interesses pouco interferem em seus estudos a respeito da natureza: ele buscava conhecer e compreender os fenômenos naturais.

## 8 O MÉTODO DE PLÍNIO

Para compreendermos a peculiaridade da obra de Plínio, é importante conhecermos alguns aspectos de sua vida. Plínio, o Velho (23-79 d.C.), ou Gaius Plinius Secundus. A maior fonte de informações sobre sua biografia é uma carta escrita por seu sobrinho (Plínio, o Jovem, *Epistularum*, livro III, 5)<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Uma análise apresentada por John Henderson mostra que Plínio, o Jovem, ao

Plínio seguiu em sua juventude uma carreira militar, ocupando vários postos em distintos lugares, tendo servido durante vários anos na Alemanha, em tempos turbulentos. Foi durante esse período comandante de um regimento de cavalaria. Sua primeira obra foi sobre o lançamento de dardos por cavaleiros. Foi provavelmente protegido de Pomponius Secundus, sobre quem escreveu uma biografia em dois livros, por gratidão. Compôs, posteriormente, uma obra em 20 livros, sobre a história das guerras germânicas de Roma. Supõe-se que alguns dos fatos que Plínio incorporou à *História natural* sobre a Alemanha foram testemunhados por ele próprio, durante esses anos (Reynolds, 1986, p. 7)

Provavelmente depois de seu retorno à vida civil, escreveu obras sobre oratória (6 partes) e sobre gramática (8 livros). Seu sobrinho associou esta última obra aos últimos anos do imperador Nero, quando era perigoso escrever qualquer coisa que pudesse ser interpretada como uma mensagem política (Plínio, o Jovem, *Epistularum*, livro III, 5, 1-6). Supõe-se que, durante certa fase, Plínio se dedicou a escrever e a cuidar de suas propriedades no campo, envolvendo-se pouco com as atividades políticas (Reynolds, 1986, p. 6). Após a morte de Nero, escreveu também uma história de Roma, em 30 livros.

A *História natural*, que parece ter sido toda escrita durante a sua última década de vida, foi dedicada ao imperador Vespasiano<sup>12</sup>, durante cujo reinado Plínio parece ter obtido uma posição política confortável.

Segundo seu sobrinho, Plínio tinha o hábito de estudar diariamente, lendo ou fazendo com que lessem livros para ele, e fazendo anotações (ele próprio ou algum auxiliar) – inclusive durante as refeições e

---

descrever seu tio, estava também refletindo a respeito de sua própria vida – provavelmente tomando-o como seu próprio modelo – e certamente idealizando o tio e transformando-o em um personagem (Henderson, 2002, p. 264).

<sup>12</sup> Titus Flavius Vespasianus foi imperador de 70 a 79 d.C. As narrativas antigas associam um grande número de presságios sobrenaturais (sem incluir previsões astrológicas) à vida de Vespasiano – mais do que no caso dos outros imperadores romanos, exceto Augusto (Lattimore, 1934, pp. 443, 449). A preocupação com esse tipo de tema era muito forte, portanto, na época em que Plínio escreveu sua obra.

enquanto era massageado, após o banho. As palavras-chave utilizadas pelo sobrinho ao descrever Plínio, o Velho, são “tempo” e “estudo”, que aparecem respectivamente 6 e 11 vezes na carta que conta a biografia do tio (Henderson, 2002, p. 270). Aparentemente, Plínio aproveitava todo o seu tempo livre para estudar todo tipo de obra. Ao falecer deixou para o sobrinho 160 volumes de anotações, com letra pequena e escritos dos dois lados. O conteúdo da *História natural*, assim como o testemunho de seu sobrinho, mostram uma curiosidade voraz por todo tipo de informação, sendo especialmente atraído (mas não exclusivamente) pelo fantástico. (Reynolds, 1986, p. 7). Segundo seu sobrinho, ele procurava aproveitar alguma coisa de qualquer obra que lesse.

Vários autores já tentaram descobrir qual o método de trabalho de Plínio na composição da *História natural*, e uma conjetura plausível é a de que, depois de compilar seus volumes de notas seqüencialmente, na ordem em que as obras iam sendo lidas, ele elaborou um imenso conjunto de pequenos extratos (algo semelhante a fichas) a partir das anotações preliminares, ordenando-as então por assunto (Locher, 1986, pp. 23-27; Saint Denis, p. 11, *in* Plínio, 1961).

Há vários indícios sobre a existência desse passo intermediário. Por um lado, há o testemunho do sobrinho de que Plínio fazia anotações em situações tão esdrúxulas quanto em seu transporte em liteira, quando certamente seria inviável transportar mais do que um único livro (que estava sendo estudado) e um rolo para anotações. Assim, o estudo e a coleta de dados devem ter seguido a ordem de seu aparecimento nas leituras – aparentemente desordenadas – de Plínio. A partir daí, o imenso volume de informações misturadas (os 160 volumes mencionados pelo sobrinho certamente tinham desde notas sobre Aristóteles a informações literárias e históricas) criava um segundo problema. Ou Plínio construiu um índice de suas anotações, ou fez com que fossem copiadas essas informações em pequenos pedaços de papiro.

Há um outro indício relevante. No livro I da *História natural* Plínio se preocupou em indicar o número de fatos de cada um dos seus livros. Para um leitor atual, é extremamente difícil perceber como ele poderia fazer essa contagem, já que muitas vezes as descrições se

complementam e misturam, sendo impossível (ou arbitrário) identificar onde termina um fato e começa outro. A contagem se torna simples, no entanto, se Plínio tivesse notas separadas contendo as anotações que foram utilizadas para a redação de cada livro. Se ele procedeu assim, isso explica muitas das características de sua obra.

De fato, se esse foi o método, isso explica por qual motivo aparecem, na descrição da águia, menções de todos os tipos de informações possíveis (desde seu uso nos estandartes das legiões romanas até seu uso para augúrios). Cada item de informação sobre cada animal tinha o mesmo peso na contagem e talvez a mesma importância para Plínio. Ele queria utilizar todos os dados que havia coletado, fosse qual fosse sua origem, sem estabelecer uma comparação, sem buscar coerência, sem estabelecer uma hierarquia de valor entre os autores, sem qualquer critério de seleção. Ele se orgulhava especialmente da *quantidade* de informações de sua obra. Estou mandando a mensagem novamente. Não sei se recebeu a outra. (Plínio, *História natural* I, prefácio, 17-18)

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida neste trabalho mostra que, de um modo geral, a proporção de erros nas descrições de aves de Aristóteles é muito menor do que na obra de Plínio, o Velho.

Ao contrário de Plínio, Aristóteles praticamente nunca menciona as relações entre animais e seres humanos, nem anedotas envolvendo pessoas famosas. Suas descrições são mais *zoológicas*, propriamente.

A obra de Plínio é, essencialmente, um livro escrito por um erudito, que se baseia em muitas coisas que leu (e na sua limitada experiência prática), ele não pode ser considerado um observador da natureza. Segundo seu sobrinho, ele procurava aproveitar alguma coisa de qualquer obra que lesse, o que indica que ele não fazia uma seleção rigorosa de suas informações. Aristóteles, pelo contrário, se dedicou intensamente à observação (e experimentação) com animais, procurando testar as informações de outros autores.

O foco da atenção de Plínio é o ser humano: os animais são estudados principalmente por causa de sua utilidade prática (alimentação, medicina), por sua vinculação com os seres humanos, por seu inte-

resse moral, religioso/mágico e por elementos curiosos. Para Aristóteles, esses interesses pouco interferem em seus estudos a respeito da natureza: ele busca conhecer e compreender os fenômenos naturais.

Curiosamente, o filósofo grego que é muitas vezes classificado como apriorístico era quem estava imerso nas observações da natureza. O romano prático, envolvido na vida política, voltava-se para os livros e se divertia colecionando citações sem fundamento, daqui e dali...

## 10 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 o desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTÓTELES. *History of animals*. Trad. D'Arcy Wentworth Thompson. Pp. 7-160, in: *The works of Aristotle*. Ed. W. D. Ross. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952.
- . *History of animals*. Trad. A. L. Peck. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965-1970. 2 vols.
- . *Histoire des animaux*. Trad. Pierre Louis. Paris: Belles Lettres, 1964-1969. 3 vols.
- . *On the parts of animals*. Trad. William Ogle. Pp. 161-232, in: *The works of Aristotle*. Ed. W. D. Ross. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952.
- . *Historia de los animales*. Tradução de José Vara Donado. Madrid: Akal Ediciones, 1989.
- . *Les parties des animaux*. Trad. Pierre Louis. Paris: Belles Lettres, 1957.
- ASHTON, John. *Curious creatures in zoology*. New York: Cassell Publishing, 1890. Electronic reprint. Landisville, PA: Arment Biological Press, 2000.
- AXTELL, Harold L. Some human traits of the scholar Pliny. *The Classical Journal* **22** (2): 104-113, 1926.
- BODSON, L. Aspects of Pliny's zoology. Pp. 98-110, in: FRENCH,

- Roger & GREENAWAY, Frank (eds.). *Science in the early Roman empire: Pliny the Elder, his sources and influence*. London: Croom Helm, 1986.
- BORASTON, J. MacLair. The birds of Homer. *The Journal of Hellenic Studies* **31**: 216-250, 1911.
- DOUGLAS, Norman. *Birds and beasts of the Greek anthology*. London: Chapman & Hall, 1928.<sup>13</sup>
- FRENCH, Roger. *Ancient natural history*. London: Routledge, 1994.
- FRENCH, Roger & GREENAWAY, Frank (eds.). *Science in the early Roman empire: Pliny the Elder, his sources and influence*. London: Croom Helm, 1986.
- GOLDSMID, Edmund. *Un-natural history, or myths of ancient science. Being a collection of curious tracts on the basilisk, unicorn, phoenix, behemoth or leviathan, dragon, giant spider, tarantula, chameleons, satyrs, homines caudati, &c.* [1886]. Electronic reprint. Landisville, PA: Arment Biological Press, 2000.
- GOULD, Charles. *Mythical monsters*. London: W. H. Allen & Co., 1886. Electronic reprint. Landisville, PA: Arment Biological Press, 2000.
- HALLIDAY, W. R. “The superstitious man” of Theophrastus. *Folklore* **41** (2): 121-153, 1930.
- HARDY, James. Popular history of the cuckoo. *The Folk-Lore Record* **2**: 47-91, 1879.
- HARRISON, Thomas P. Bird of paradise: phoenix redivivus. *Isis* **51**(2): 173-180, 1960.
- HASKINS, Charles H. The “De arte venandi cum avibus” of the emperor Frederick II. *The English Historical Review* **36** (143): 334-355, 1921.
- HEATHER, P. J. Some animal beliefs from Aristotle. *Folklore* **50** (3): 243-258, 1939.
- . Animal beliefs (continued). *Folklore* **51** (4): 259-276, 1940.
- HENDERSON, John. Knowing someone through their books: Pliny on Uncle Pliny (“Epistles” 3.5). *Classical Philology* **97** (3): 256-284, 2002.

---

<sup>13</sup> Versão eletrônica disponível em <<http://bestiary.ca/etexts/douglas1928/douglas1928.htm>>. Acessado em 26/07/2006.

- HULME, F. Edward. *Natural history lore and legend*. London: Bernard Quaritch, 1895. Electronic reprint. Landisville, PA: Arment Biological Press, 2000.
- KOPF, L. The zoological chapter of the Kitab al-Imta' wal-Mu'anasa of Abu Hayyan al-Tauhidi (10<sup>th</sup> century). *Osiris* **12**: 390-466, 1956.
- LATTIMORE, Richmond. Portents and prophecies in connection with the emperor Vespasian. *The Classical Journal* **29** (6): 441-449, 1934.
- LOCHER, A. The structure of Pliny the Elder's *Natural history*. Pp. 20-29, in: FRENCH, Roger & GREENAWAY, Frank (eds.). *Science in the early Roman empire: Pliny the Elder, his sources and influence*. London: Croom Helm, 1986.
- LONGWELL, S. E. Myth and error in the rise of natural history. *The Scientific Monthly* **4** (4): 355-364, 1917.
- MAGRATH, William T. Note on information in Pliny HN 10.33. *The American Journal of Philology* **97** (2): 138-140, 1976.
- MILLION, Helen Lovell. An old Roman cookbook. *The Classical Journal* **21** (6): 443-450, 1926.
- PLÍNIO, O JOVEM (Gaius Plinius Caecilius Secundus). *Pliny. Letters and panegyricus*. Trad. Betty Radice. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2000. 2 vols.
- PLÍNIO, O VELHO (Gaius Plinius Secundus). *Natural history*. Trad. H. Rackam. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991. 10 vols.
- . *Pline l'Ancien. Histoire naturelle*. Livre X. Texte établi, traduit et commenté par E. de Saint Denis. Paris: Belles Lettres, 1961.
- POLLARD, J. R. T. The *lammergeyer*: comparative descriptions in Aristotle and Pliny. *Greece & Rome* **16** (46): 23-28, 1947.
- REEDER, Jane Clark. The statue of Augustus from Prima Porta, the underground complex, and the omen of the gallina alba. *The American Journal of Philology* **118** (1): 89-118, 1997.
- REYNOLDS, J. The Elder Pliny and his times. Pp. 1-10, in: FRENCH, Roger & GREENAWAY, Frank (eds.). *Science in the early Roman Empire: Pliny the Elder, his sources and influence*.

London: Croom Helm, 1986.

RIESS, Ernst. Pliny and magic. *The American Journal of Philology* **17** (1): 77-83, 1896.

ROBINSON, Margaret. Some fabulous beasts. *Folklore* **76** (4): 273-287, 1965.

SUHR, Elmer G. The phoenix. *Folklore* **87** (1): 29-37, 1976.

ZIRKLE, Conway. Animals impregnated by the wind. *Isis* **25**: 95-130, 1936.



## **Da herança à localização cerebral: sobre o determinismo biológico das condutas**

**Sandra Caponi\***

A tendência de construir explicações biológicas para comportamentos considerados como socialmente indesejados, tais como o alcoolismo, o sentimento de tristeza ou a melancolia (que hoje chamamos depressão), a infância problemática (que hoje recebe o diagnóstico de DDA – Distúrbio de Déficit de Atenção) ou a violência, caracterizou grande parte do discurso da Higiene e da Medicina Legal no final do século XIX e início do XX.

Sabemos que o determinismo biológico de início do século XX insistia no caráter orgânico e hereditário dos comportamentos considerados indesejados. Mas essas explicações longe de desaparecer parecem ter adquirido um poder ainda maior em finais do século XX e inícios do século XXI. Assim, a partir dos anos de 1980, podemos ver reaparecer, com força inesperada, estudos que a partir das neurociências, da genética ou da sociobiologia, retomaram as antigas preocupações referidas às “condutas indesejadas”, criando novas estratégias explicativas que reiteram muitas das teses do determinismo biológico clássico.

Essas novas estratégias deterministas afirmam, segundo Richard Lewontin, Steven Rose e Leon Kamin, que:

Os fatos biológicos são ontologicamente anteriores e são responsáveis pelas características das condutas ou dos fenômenos existenciais. Assim, se a bioquímica cerebral foi alterada através de uma determinada patologia, então, essa alteração deve corresponder a algum

---

\* Departamento de Saúde Pública da Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisadora CNPq. E-mail: sandrap@repensul.ufsc.br

tipo de predisposição genética, que teria sido a causa (ainda que indireta) do transtorno (Lewontin, Rose & Kamin, 2003).

Esta persistência de um século nas explicações biológicas dos fenômenos existenciais não pode ser facilmente reduzida à história da progressiva conquista na localização de lesões orgânicas, distúrbios cerebrais ou deficiências químicas nem à tão procurada identificação dos genes responsáveis pelas patologias ou comportamentos. As patologias associadas a comportamentos (Gori & Del Vogo, 2005; Michaud, 2000) possuem, ainda hoje, como ocorreu no início do século XX, diagnósticos ambíguos e imprecisos, terapêuticas de eficácia duvidosa e efeitos colaterais imprevisíveis.

É conhecida a eficácia social que possui este tipo de explicação: aquilo que tem uma origem orgânica identificável poderá ser resolvido com a terapêutica apropriada, seja ela farmacológica ou cirúrgica, conforme as exigências das mudanças tecnocientíficas. Hoje, é possível afirmar que uma droga capaz de substituir o déficit de dopamina (a Ritalina) fará com que as crianças diagnosticadas com déficit de atenção modifiquem sua conduta e permaneçam obedientes por um período que oscila entre 4 e 24 horas, desconsiderando a multiplicidade de fatores pedagógicos, sociais, familiares que podem afetar essa criança nesse momento. Multiplicam-se, assim, os estudos de laboratórios dedicados à procura por aquilo que Lewontin, Rose & Kamin (2003) chamaram de “bala mágica”, uma medicação capaz de agir com precisão sobre os comportamentos que precisam ser mudados, o Prozac não é mais que um dos muitos exemplos.

Mas a desconsideração dos fatores sociais, que caracteriza a maior parte dos estudos de laboratório, não nos autoriza a reduzir todos os nossos sofrimentos e aflições a explicações que se esgotam na idéia de “construção social”. Em muitos casos, a perspectiva adotada pelas ciências humanas se limita à inversão das explicações biológicas e a completa negação de qualquer substrato orgânico para os fenômenos humanos. Então, os fenômenos sociais mais diversos são pensados como efeitos de “construções sociais”, desde a criminalidade e a violência, até a anorexia, a esquizofrenia ou as mais variadas epidemias (a lepra ou a peste, por exemplo). Desse modo, a dimensão biológica, orgânica, o que reconhecemos como nossa corporalidade, parece ter-

se reduzido até o ponto de desaparecer.

Será necessário tentar compreender de que modo se articularam historicamente essas duas dimensões que formam parte da condição humana, nossa corporalidade que nos conduz inevitavelmente à velhice e ao sofrimento, e a complexa estrutura social na qual estamos inseridos. Mas essa compreensão exige uma análise detalhada dessa diversidade de fenômenos, que Lewontin, Rose & Kamin (2003) chamaram “existenciais”. Deveremos considerar que, certamente, não existe o mesmo tipo de articulação entre as dimensões “somática” e “social” quando falamos de obesidade, criminalidade ou déficit de atenção.

Para compreender os diversos modos como foi pensada esta articulação, analisaremos os argumentos que foram utilizados, em dois momentos diferentes do século XX, para justificar o recurso a explicações biológicas das condutas. Faremos referência, brevemente, aos estudos realizados pelos higienistas de início do século, cujas explicações estavam centradas na hereditariedade, e conseqüentemente no caráter orgânico e inato dos desvios, para continuar com os recentes estudos da sociobiologia e da neurociência que se propõem a localizar os sintomas no corpo: seja nas sinapses inadequadas, na determinação genética ou nas deficiências neuroquímicas.

Se observarmos essa história, veremos que a antiga preocupação por localizar as lesões no corpo dos doentes, que possibilitara a construção da anatomo-clínica, pode ser hoje recuperada e aplicada não só às patologias orgânicas, mas também às patologias mentais ou comportamentais. Os diagnósticos por imagem parecem permitir a localização de lesões no cérebro do mesmo modo que podemos localizar uma lesão no pulmão ou no fígado. Em muitos casos essas explicações químicas e neurobiológicas dos comportamentos se apresentam como a contraface da crescente procura por genes específicos que, segundo se afirma, causariam diretamente esses comportamentos.

Nesse marco explicativo deveremos inserir também, os estudos da sociobiologia iniciados por Wilson em 1976. A partir dos anos de 1980, esses estudos se expandiram e consolidaram, dando um novo impulso à tese que supõe que é possível falar de universais sociais

humanos geneticamente determinados, estabelecidos a partir de um processo de seleção natural. Entre estes universais, tem-se falado de supostos genes determinantes do conformismo, do altruísmo, da violência, etc.

Todos esses fatos pareceriam contribuir, finalmente, a fechar o *puzzle* que começara a montar-se com o discurso dos higienistas do início do século e que se consolidou, pouco a pouco, no decorrer do século XX, até se transformar em hegemônico: a determinação biológica dos comportamentos.

Esse discurso hegemônico teve, no entanto, fortes e lúcidos críticos e opositores que não se limitaram a contrapor ao determinismo biológico os supostos do determinismo social ou cultural. Sem reduzir toda e qualquer explicação à “construção social”, eles se preocuparam por compreender as complexas interações existentes entre o biológico e o social. Dentre eles, poderíamos mencionar os trabalhos de Georges Canguilhem (1993, 2001), Lewontin, Rose & Kamin (2003), Jean Pierre Changeaux (2003), Ian Hacking (1999), Dagognet (1998), Albert Jacquard (2005), Evelyn Fox Keller (2001) ou Anne Fagot-Lageault (2002). Estes autores, entre muitos outros, estão interessados em articular essas duas dimensões que, para os deterministas biológicos e culturais, representam duas realidades ontológicas e epistemológicas em conflito.

Como afirmam Lewontin, Rose & Kamin:

Devemos insistir em que uma compreensão plena da condição humana (e das diferenças humanas) exige uma interação do biológico e do social que as considere como esferas relacionadas de modo dialético, um modo que distinga epistemologicamente entre níveis de explicações referidos ao indivíduo e níveis de explicações relativos ao social sem que se destruam mutuamente ou se negue a existência de um deles. (Lewontin, Rose & Kamin, 2003, p. 96)

Ainda que essa exigência de Lewontin, Rose & Kamin (2003) tenha sido enunciada há mais de 20 anos, ela permanece absolutamente atual. Evelyn Fox Keller (2001) referindo-se ao debate aberto em 1984 com a publicação de *No está en los genes (Não está nos genes)* de Lewontin, Rose & Kamin, dirá que a biologia do desenvolvimento nos auxilia a compreender que a ação dos genes sobre nosso orga-

nismo está longe de ser simples e linear, e que a crítica de Lewontin ao determinismo genético demonstrou-se absolutamente atual e pertinente. Ian Hacking, por sua vez, afirma em 2006: “Após o entusiasmo inicial no determinismo, quase todo mundo ficou ciente de que tudo ‘não está nos genes’, para lembrar a importante polêmica de Lewontin, Rose e Kamin” (Hacking, 2006, p. 6).

No entanto, o fato de que a crise do determinismo biológico já tenha sido vislumbrada em 1984, não garante que os pesquisadores ou as indústrias farmacêuticas tenham desistido de procurar respostas biológicas para os fatos sociais. Certamente as explicações deterministas hoje enunciadas não são idênticas de aquelas que foram defendidas no século XIX. Porém, entre essas estratégias explicativas existem peculiaridades, diferenças e analogias que podem auxiliar-nos a melhor compreender nosso presente.

Em linhas gerais, podemos destacar duas modalidades diferentes de formular as explicações biológicas das condutas ou dos fenômenos existenciais. A primeira foi representada pelos higienistas e alienistas de inícios do século XX, a segunda pela neurobiologia, a genética e a sociobiologia que aparecem como marco obrigatório de referência a partir das últimas décadas do século XX.

Em finais do século XIX e início do século XX, os higienistas, médicos e psiquiatras centravam as explicações de condutas consideradas como socialmente indesejadas na hereditariedade e consequentemente no caráter orgânico e inato dos desvios. Neste caso, tratava-se de um determinismo biológico sem localização precisa.

Perante a impossibilidade que os primeiros estudos neurológicos encontraram para localizar lesões orgânicas no cérebro que pudessem explicar os desvios de comportamento, a psiquiatria construirá um grande corpo, um corpo ampliado, que é o da família afetada por patologias. Desde o século XIX e durante grande parte do século XX, o discurso dos higienistas, psiquiatras e médicos vai se referir ao caráter hereditário dos comportamentos:

Na medida em que não se pode achar no corpo do doente um substrato orgânico para sua doença, trata-se de encontrar na família um certo número de eventos patológicos tais que, embora sejam de outra natureza (se seu pai era apoplético, ou se a mãe tinha reumatismo, ou

se possuía ou não um primo idiota) referem-se à existência de um substrato material patológico. (Foucault, 2003, p. 237)

Já nas décadas de 1820-40, quando ainda não existiam estudos sobre a herança de patologias, a preocupação com as diferentes doenças que afetavam ou tinham afetado os ascendentes familiares era um dos itens essenciais dos interrogatórios psiquiátricos. A funcionalidade dessas atribuições não estava vinculada com as doenças que hoje chamamos hereditárias, mas, sim, com os estudos de comportamentos e condutas indesejadas. A herança se configura como o modo de doar um corpo (um substrato orgânico) às patologias e condutas que não têm uma localização precisa.

A segunda forma de determinismo biológico que surge na última metade do século XX, e que permanece até hoje, tem o objetivo preciso de localizar as lesões no cérebro. Já não será necessário criar um corpo fantasmagórico ou ampliado que inclua as “taras” familiares. A busca por disfunções cerebrais que um século antes havia fracassado, parece ter adquirido uma precisão e força inesperadas para explicar os comportamentos humanos em geral, e as condutas indesejadas em particular.

As explicações químicas, a complexidade das diversas funções do cérebro, as explicações neurobiológicas dos comportamentos que falam de sinapses inadequadas, de falta de dopamina ou serotonina, as explicações genéticas e a crescente procura por genes responsáveis por diversas patologias orgânicas ou comportamentais se sucedem nas mais prestigiosas revistas científicas como *JAMA* ou *The Lancet*.

Vejamos brevemente dois exemplos recentes:

1- A determinação biológica da moralidade: A revista de divulgação científica chamada *La Recherche* publica no mês de junho de 2006 um artigo de Silvie Berthoz com o sugestivo nome de “Le cerveau moral” (“O cérebro moral”). Nesse escrito, vemos que publicações científicas de prestígio como *Science* ou *Nature* publicaram recentemente artigos referidos ao tema. Eles afirmam que a partir da sofisticação dos estudos de imagem cerebral resulta possível localizar as regiões do cérebro que são ativadas no momento de realizar julgamentos morais. Para eles os julgamentos morais estariam diretamente vinculados com uma série de emoções morais (de condenação

aos outros, de empatia, de altruísmo). Quando os sujeitos de pesquisa são submetidos à observação de imagens ou relatos com conteúdo moral, os estudos de imagem cerebral revelam que é ativado um conjunto de estruturas cerebrais: o cortex orbitofrontal e o lóbulo temporal anterior (Berthoz, 2006, p. 46). Sentimentos e conseqüentemente comportamentos que revelam medo, culpa, piedade ou ódio poderiam ser localizadas com equipamentos de ressonância magnética precisos, do mesmo modo como podemos localizar a lesão no pulmão de um doente de câncer. O sonho de Charcot parece por fim realizado.

2- A determinação biológica da depressão: Em março de 2006, *Social Science & Medicine* publica o artigo “Social determinants of diagnostic labels in depression” (“Determinantes sociais de rótulos diagnóstico em depressão”) de Susan McPherson. Ela adota uma perspectiva crítica sobre as idéias hegemônicas que afirmam a determinação biológica da depressão e para sustentar sua crítica analisa as mudanças ocorridas nas diferentes versões do DSM (sigla em inglês de Manual de Diagnóstico e Estatística das Perturbações Mentais): II, III, IIR, IV. Isto é, analisa as mudanças ocorridas na percepção social e institucional da depressão desde o ano de 1966 (primeira vez em que foi utilizado o termo na psiquiatria) até o ano de 2005. Entre os anos 1966 a 1973, a depressão é pensada a partir de causas existenciais e as referências terapêuticas estão dadas fundamentalmente pela terapia psicanalítica. Entre os anos 1977 a 1984, existe uma luta entre o poder psiquiátrico e a psicanálise. Começam a ser receitados os antidepressivos tricíclicos, utilizados até hoje ainda que com efeitos colaterais, e o Lítio usado para psicoses maníaco depressivas. Entre os anos 1985 a 1992, os neuro-transmissores começam a ser considerados responsáveis pela depressão e o psiquiatra ganha terreno perante o psicanalista. Entre os anos 1993 a 2000 se reforça a idéia de localização biológica e se identifica o déficit de serotonina como responsável e os re-capturadores de serotonina (SSRIs), como o Prozac, aparecem como a solução esperada. McPherson inicia o artigo afirmando que “nos últimos 200 anos as classificações médicas se fundamentaram na procura de lesões patológicas, poder definir uma referencia física o orgânica é o modo de ga-

nhar consenso em certas doenças específicas” (McPherson, 2006, p. 54). A classificação psiquiátrica está tradicionalmente fundamentada em sintomas, mais do que em localização orgânica; porém, o desenvolvimento da indústria de psicotrópicos e antidepressivos é a contraface do crescente poder da psiquiatria e de sua aliança com a neurociência para localizar no cérebro a deficiência que causa o quase massivo fenômeno da depressão.

Como podemos observar com esses exemplos, ainda que a crise do determinismo biológico já tenha sido apontada em 1984, ele resiste vigoroso, não só na revista *Veja* ou no *Fantástico*, mas, também, em publicações prestigiosas como *Science*.

Para concluir, resulta necessário reconhecer que a crítica ao determinismo biológico não garante, por si própria, um esclarecimento da complexa relação existente, nos diferentes âmbitos dos fenômenos humanos, entre fatores biológicos (sejam eles genéticos ou neurológicos) e fatores sociais.

Pensemos nas múltiplas pesquisas dedicadas a procurar “o gene da homossexualidade” ou o “gene do alcoolismo”. Essas pesquisas demonstram a dificuldade em articular essas duas dimensões da condição humana. Como foi analisado por Hacking:

Aqueles que procuram o gene do alcoolismo acreditam que a descoberta permitirá provar que o alcoolismo é uma doença. Aqueles que procuram o gene da homossexualidade acreditam que a descoberta permitirá provar que a homossexualidade não é uma doença. Essa contraditória oposição lembra-nos que ainda estamos numa fase adolescente no que diz respeito a compreender a “biosociabilidade”, isto é os modos possíveis de interação entre os fenômenos biológicos e os fatos sociais. (Hacking, 2006)

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BERTHOZ, Silvie. Les traces cerebrales de la morale. *La Recherche*, **398**: 46-50, 2006.
- CANGUILHEM, Georges. *Le normal et le pathologique*. Paris: PUF, 1993.
- . *Écrits sur la médecine*. Paris: Seuil, 2001.
- CHANGEUX, Jean Pierre. *Gènes et culture*. Paris: Odile Jacob,

- 2003.
- DAGOGNET, François. Qu'est-ce que la physiologie selon Canguilhem? Pp. 85-95, *in*: ROUDINESCO, Elisabeth *et al.* (orgs.). *Actualité de Le normal et le pathologique*. Paris: Institut Synthélabo, 1998.
- FOUCAULT, Michel. *Le pouvoir psychiatrique*. Paris: Gallimard, 2003.
- GORI, Roland & DEL VOLGO, Marie-José. *La santé totalitaire*. Paris: Denoel, 2005.
- HACKING, Ian. *The social construction of what?* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999.
- . Biosocial identity : which biology ? whose society ? *In*: *Biosocial for Columbia* (2006) no prelo.
- FAGOT-LAGEAULT, Anne. Comme vient-on à la philosophie des sciences? Pp.78-95, *in*: BADIEU, Alain & DAGOGNET, François (orgs.). *La vocation philosophique*. Paris: Centre Pompidou, 2002.
- FOX KELLER, Evelyn. *Lenguaje y vida*. Buenos Aires: Manantial, 2001.
- JACQUARD, Albert & KAHAN, Axel. *L'avenir n'est pas écrit*. Paris: Bayard, 2005.
- LEWONTIN, Richard; ROSE, Steven & KAMIN, Leon. *No está en los genes: racismo, genética e ideología*. Barcelona: Crítica, 2003.
- McPHERSON, Susan. Social determinants of diagnostic labels in depression. *Social Science & Medicine* **62**: 50-58, 2006.
- MICHAUD, Yves. Des modes de subjectivation aux techniques de soi. *Cités* **2**: 11-40, 2000.
- . *Michel Foucault: de la guerre de races au biopouvoir*. 3. ed. Paris: PUF, 2000.
- WILSON, Edward. *Sociobiología, la nueva síntesis*. Barcelona: Omega, 1980.



## Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo

---

Viviane Arruda do Carmo\*

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins\*\*

---

### 1 INTRODUÇÃO

O nome de Charles Darwin (1809-1882) é, em geral, imediatamente relacionado com a evolução orgânica. Existe, entretanto, um outro nome que diversas vezes aparece associado ao de Darwin: Alfred Russel Wallace (1823-1913). Considera-se que estes dois naturalistas chegaram independentemente à concepção de seleção natural e que suas teorias de evolução são bastante similares, já que ambos comunicaram conjuntamente seus resultados à *Linnean Society* de Londres em julho de 1858 e logo a seguir publicaram-nos na revista dessa sociedade (Darwin & Wallace, 1858; Pantin, 1959, p. 73).

Uma leitura dos artigos publicados pelos dois naturalistas em 1858 mostra que ambos fizeram referência à luta pela existência que existe na natureza, onde o indivíduo melhor adaptado sobrevive e deixa descendentes, enquanto que o menos adaptado deve sucumbir e sua variedade ou espécie entrar posteriormente em extinção. Verifica-se também que, embora Wallace não tenha utilizado a expressão

---

\* Mestre do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). E-mail: arrudacarmo@ig.com.br

\*\* Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); Grupo de História e Teoria da Ciência, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Caixa Postal 6059, 13083-970 Campinas, SP. E-mail: lacpm@uol.com.br.

“seleção natural”, referiu-se a um princípio cuja conotação é a mesma daquele proposto por Darwin. Além do artigo de 1858, Darwin e Wallace publicaram nas décadas seguintes outras obras onde suas idéias sobre o princípio da seleção natural foram ficando mais claras e abrangentes.

No entanto, sabe-se que houve pontos de discordância. De acordo com Malcolm Jay 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 em uma carta datada de setembro de 1868 dirigida a Wallace: “Eu penso que nós partimos de noções fundamentais de herança diferentes”. Wallace acreditava que, de modo geral, as variações que apareciam em um sexo eram herdadas igualmente por ambos os sexos mas que a seleção natural poderia converter esta herança em herança limitada ao sexo, produzindo dimorfismo sexual (Kottler, 1980, p. 204).

O objetivo deste artigo é comparar a concepção de seleção natural admitida por esses dois naturalistas, principalmente a partir da sexta edição do *Origin of species* (1875) de Darwin e de *Darwinism* (1889) de Wallace<sup>1</sup>. Entretanto, recorreremos a outras obras publicadas entre a primeira edição do *Origin* (1859) e *Darwinism*, na medida em que puderem trazer esclarecimentos sobre a questão. Embora exista um longo período entre a publicação de uma obra e outra (trinta anos), nossa escolha foi motivada pelo fato de *Darwinism* representar a versão das idéias de Wallace em sua fase madura e porque ele considerava estar trabalhando dentro da mesma visão adotada por Darwin, mas sob a luz de novos fatos. No prefácio da primeira edição Wallace explicou:

O presente trabalho trata do problema da Origem das Espécies dentro das mesmas linhas gerais que foram adotadas por Darwin: mas de um ponto de vista que se atingiu depois de quase trinta anos de discussão, com a abundância de fatos novos e a defesa de muitas novas e antigas teorias. (Wallace, 1889, “Preface to the first Edition”, p. v)

---

<sup>1</sup> A primeira edição de *Darwinism* data de 1889. Em nossa análise utilizaremos a segunda edição desta obra, datada de 1890.

Este artigo se baseia, em grande parte, na dissertação de mestrado de uma das autoras (Carmo, 2006).

## 2 O PRINCÍPIO DA SELEÇÃO NATURAL SEGUNDO DARWIN

Na introdução do *Origin of species*, Darwin comentou que, durante sua viagem como naturalista do *HMS Beagle*, ficara bastante impressionado com certos fatos referentes à distribuição dos seres vivos que habitam a América do Sul e as relações geológicas existentes entre seus habitantes antigos e atuais. Ele acreditava que tais fatos poderiam trazer algum esclarecimento sobre a origem das espécies (Darwin, [1875], p. 6). Após o retorno da viagem, Darwin se dedicou ao estudo do problema e acabou concluindo que havia uma evolução dos seres vivos que ocorre através de um processo lento e gradual, através do acúmulo de pequenas modificações sobre as quais atua a Seleção Natural<sup>2</sup>.

Darwin assim conceituou o princípio da seleção natural: “A esta preservação das diferenças e variações individuais favoráveis, e a destruição das prejudiciais eu chamei de Seleção Natural ou Sobrevida do mais apto” (Darwin, [1875], p. 40).

Darwin comentou no capítulo 4 do *Origin* que alguns autores entenderam mal ou fizeram objeções ao termo “seleção natural”. Alguns chegaram a pensar que a seleção natural induzia a variabilidade. Mas para ele, a seleção natural implicava apenas na preservação das variações que surgem e são benéficas para o indivíduo sob suas condições de vida. E acrescentou: “Estou convencido de que a seleção é o principal, mas não o exclusivo meio de modificação das espécies” (Darwin, [1875], p. 43). Assim, embora a seleção natural fosse para a principal causa de modificação das espécies, não explicava tudo. Ele admitia também a existência de outros processos que contribuíam para isso tais como a seleção sexual, a ação direta do ambiente e a herança das características obtidas pelo uso e desuso (Martins, 2006, pp. 263-264).

---

<sup>2</sup> Para uma análise detalhada do princípio da seleção natural no *Origin of species* de Darwin ver Regner, 1995.

Como dissemos anteriormente, Darwin acreditava que na Natureza<sup>3</sup> havia uma incessante luta pela existência e que nessa luta atuava de forma poderosa e perpétua a seleção natural (Darwin, [1875], p. 233). A luta pela existência podia ocorrer entre indivíduos de uma mesma espécie, entre indivíduos de espécies diferentes ou entre as espécies e o ambiente. Porém, ele dava mais destaque à competição entre indivíduos de uma mesma espécie (Bulmer, 2005, p. 133).

Ele utilizou a discussão da seleção artificial como meio de introduzir ao leitor o princípio da seleção natural já que em várias passagens do *Origin*, particularmente no capítulo 4, comparou o trabalho da seleção natural àquele realizado pelo homem com suas produções domésticas: o homem selecionava as características que lhe pareciam úteis e agradáveis nos animais e plantas e as reproduzia. Ele explicou:

Assim como o homem pode produzir um bom resultado com seus animais domésticos e plantas acumulando diferenças individuais em uma dada direção, o mesmo ocorre com a seleção natural, mas muito mais facilmente, por ter um tempo incomparavelmente maior de ação. (Darwin, [1875], p. 41)

Em um dos exemplos da aplicação do princípio da seleção natural, Darwin afirmou que em uma região submetida a transformações físicas, como uma alteração climática, muda a proporção entre número de indivíduos das diferentes espécies e é provável que algumas delas sejam extintas. As relações complexas que ligam entre si os indivíduos de uma espécie afetam seriamente todas as outras espécies, e nesse caso, ligeiras modificações favoráveis em qualquer grau, adaptando-os melhor às novas condições do meio ambiente, tendem a perpetuar-se. Desse modo, a seleção natural pode atuar sobre essas mudanças vantajosas nos indivíduos (Darwin, [1875], pp. 81-82).

Conforme o naturalista britânico, as mudanças de condições de vida favorecem a seleção natural porque são mais propícias à produ-

---

<sup>3</sup> De acordo com Darwin, é difícil evitar personificar o termo 'Natureza', que em geral ele grafou com inicial maiúscula. Ele esclareceu no *Origin* que entendia por Natureza somente a ação combinada e os resultados complexos de um grande número de leis naturais. Para mais detalhes ver Darwin, [1875], p. 40.

ção de variações vantajosas. Essas variações se referem às diferenças individuais, que segundo o autor, teriam a mais alta importância porque além de serem transmitidas hereditariamente, fornecem material sobre o qual pode atuar a seleção natural (Darwin, [1875], p. 45). Ele explicou:

Uma grande variabilidade – termo onde sempre são incluídas as diferenças individuais – será evidentemente favorável [à ação da Seleção Natural]. Um grande número de indivíduos, apresentando maiores possibilidades de variações vantajosas num determinado tempo, compensará uma menor variabilidade em cada indivíduo e será, a crédito, um elemento muito importante para o sucesso. (Darwin, [1875], p. 49)

De acordo com Darwin, os instintos são tão importantes para uma espécie quanto suas estruturas corporais e é bem possível que mesmo pequenas modificações no instinto possam ser úteis para uma espécie (Darwin, [1875], p. 19). Ele acreditava que as qualidades mentais dos animais domésticos estavam sujeitas a variações que poderiam ser herdadas. No capítulo 8 procurou mostrar que os instintos de animais no estado selvagem poderiam variar ligeiramente. Acreditando que a seleção natural poderia agir sobre tais variações ele comentou:

Ninguém irá questionar que os instintos são da mais alta importância para cada animal. Portanto, não existe nenhuma dificuldade real que, sob mudanças das condições de vida, a seleção natural acumule até certo ponto modificações do instinto que possam de algum modo ser úteis. Em muitos casos o hábito e o uso e desuso provavelmente atuaram. (Darwin, [1875], p. 134)

Veremos na próxima seção que Wallace tinha uma posição diferente quanto a este aspecto.

Darwin utilizou o princípio da seleção natural para explicar a evolução de todos os seres vivos, inclusive do homem, incluindo suas faculdades morais e intelectuais. Embora ele não tivesse tratado da origem do homem no *Origin*, ele abordou este aspecto em uma obra posterior, *The descent of man* (1871). Considerando que as faculdades morais e intelectuais do homem derivaram-se de seus rudimentos nos animais inferiores, da mesma maneira e pela ação das mesmas leis gerais das quais derivou-se sua estrutura física (Darwin, [1871],

p. 285).

Além da seleção natural, Darwin sugeriu um outro mecanismo que poderia ocasionar a modificação das espécies: a seleção sexual. No *Origin* ele explicou que a seleção sexual está relacionada à luta entre indivíduos do mesmo sexo (em geral machos) pela posse do sexo oposto. A seleção sexual, diferentemente da seleção natural, está associada com a vantagem que certos indivíduos apresentam sobre os outros do mesmo sexo e da mesma espécie, somente naquilo que concerne à reprodução (Darwin, [1875], p. 43). Ele esclareceu:

Esta forma de seleção não depende da luta pela existência em relação a outros seres orgânicos ou às condições externas, mas à luta entre indivíduos de um mesmo sexo, geralmente os machos, pela posse do outro sexo. O resultado não é a morte do competidor mal sucedido, mais deixar poucos descendentes ou nenhum. (Darwin, [1875], p. 43)

Neste caso, em vez da sobrevivência, o fator crucial seria a reprodução. Qualquer caráter que fosse útil no sentido de obter uma companhia iria se desenvolver bastante no macho. Por exemplo, as cores vivas de muitos pássaros quando bem desenvolvidas permitiriam que eles atraíssem mais fêmeas e que deixassem mais descendentes (Bowler, 1990, p. 118)

Assim, segundo Darwin, quando machos e fêmeas de qualquer espécie animal apresentam os mesmos hábitos de vida, mas diferem sob o ponto de vista de estrutura, cor ou ornamentação, estas diferenças são devidas quase que unicamente à seleção sexual e eles as transmitem somente à sua descendência masculina (Darwin, [1875], p. 44).

### **3 O PRINCÍPIO DA SELEÇÃO NATURAL SEGUNDO WALLACE**

Foi após a morte de Darwin que Wallace escreveu o livro *Darwinism*, procurando apresentar de forma unificada sua visão sobre a teoria de evolução. De um modo geral, a concepção apresentada por Wallace é compatível com a de Darwin; porém, há várias diferenças importantes, como veremos mais adiante.

Apesar de ter afirmado que não seria necessário dedicar um espa-

ço maior para discutir a variação de animais domesticados e plantas cultivadas, porque Darwin já publicara dois volumes<sup>4</sup> sobre o assunto, Wallace devotou todo o capítulo 5 de *Darwinism* a discuti-la, apresentando vários exemplos (Wallace, 1890, p. 83).

Wallace explicou que, em uma mesma ninhada, não há dois filhotes iguais. Mesmo que eles tenham a mesma cor, se observarmos atentamente veremos outras diferenças, como tamanho, proporção do corpo e membros, textura ou disposição do pelo. Assim, a variabilidade existe, mesmo em relação aos indivíduos com parentesco muito próximo. Ou seja: indivíduos da mesma espécie apresentam variabilidade. Ele explicou que o mesmo se aplicava às plantas (Wallace, 1890, p. 84).

Wallace considerava essas diferenças bastante importantes. Entretanto, o fundamental era a existência de uma tendência para que as mesmas fossem reproduzidas. Assim, através de um cruzamento cuidadoso, uma variação particular ou um grupo de variações poderia ser aumentado bastante sem, aparentemente, prejudicar a vida, crescimento ou reprodução da planta ou animal. Esse era o caminho seguido pela seleção artificial. Segundo este naturalista, através da seleção artificial nossos vegetais, frutos e flores vinham sendo obtidos. Podiam-se escolher raças de gado ou de aves domésticas, raças de cavalos e cães (Wallace, 1890, p. 84). Ele comentou:

É muito comum, porém equivocada, a idéia de que este aperfeiçoamento é devido ao cruzamento e alimentação no caso dos animais, e à melhoria do cultivo no caso das plantas. O cruzamento é usado ocasionalmente para obter uma combinação de qualidades encontradas em duas raças distintas, e também porque se considera que aumenta o vigor constitucional; mas toda raça que possua qualquer qualidade excepcional é o resultado da seleção de variações que ocorrem ano após ano e são acumuladas da maneira já descrita. A pureza da raça, com a seleção repetida das melhores variedades daquela raça, é a base de toda a melhoria de nossos animais domésticos e plantas cultivadas. (Wallace, 1890, p. 85)

De modo análogo a Darwin (ver Carmo, 2006, capítulo 2, seção

---

<sup>4</sup> Wallace estava se referindo à obra de Darwin intitulada *The variation of animals and plants under domestication*.

2.3), Wallace acreditava que as espécies na natureza se formavam através da seleção natural e procurou apresentar no decorrer de *Darwinism* uma série de fatos e argumentos que mostrassem isso (Wallace, 1890, p. 103). Como Darwin, ele considerava que a luta pela existência presente na natureza se devia ao grande poder de aumento de todos os organismos, que por sua vez são expostos a numerosos e variados perigos durante toda a sua existência. É somente por meio da exata adaptação de sua organização ao ambiente, incluindo seus instintos e hábitos, que eles poderão sobreviver e produzir descendentes que poderão ocupar seu lugar quando deixarem de existir (Wallace, 1890, p. 103). Wallace ainda ressaltou que, da totalidade do aumento anual somente uma pequena fração pode sobreviver, e concluiu:

Embora em alguns casos a sobrevivência dos indivíduos possa ser devida mais ao acidente do que à sua real superioridade, ainda assim não podemos duvidar que, a longo prazo, aqueles que sobrevivem são mais adaptados através de sua perfeita organização, de modo a escapar dos perigos que os circundam. Esta “sobrevivência do mais adaptado” é o que Darwin chamou de “seleção natural,” porque na natureza conduz aos mesmos resultados que são produzidos pela seleção feita pelo homem entre animais domésticos e plantas cultivadas. Seu efeito primário será, claramente, conservar cada espécie na sua mais perfeita saúde e vigor, com cada parte de sua organização em completa harmonia com as condições de sua existência. Impede qualquer possível deterioração no mundo orgânico e produz a aparência de vida exuberante e felicidade, de saúde e beleza, que proporciona tanta paz, e que pode levar o observador superficial a supor que a paz e quietude reinam na natureza. (Wallace, 1890, p. 103)

Wallace afirmou que, além da luta pela existência entre animais, plantas e seus inimigos diretos, tais como animais que se devoram ou as forças da natureza que podem causar sua destruição, existe um outro tipo de luta que pode ocorrer entre espécies proximamente relacionadas, durante uma mesma época e que ocupam lugares próximos na natureza, quase sempre, termina com a destruição de uma delas (Wallace, 1890, p. 34).

De modo semelhante a Darwin, Wallace considerava este tipo de luta, ou seja, de espécies muito próximas que ocupavam a mesma

região, como sendo o mais severo (Wallace, 1890, p. 33). Como é bem sabido, a idéia de uma luta pela existência entre indivíduos de uma mesma espécie, indivíduos de espécies diferentes e dos indivíduos com o meio já aparecia em Darwin, no *Origin* (Carmo, 2006, capítulo 2, seção 2).

Wallace discutiu também o aspecto ético da luta pela existência, dedicando uma seção do capítulo 2 a este ponto, portanto, um espaço maior do que Darwin dedicara à discussão desse mesmo tema. Wallace comentou que diversos escritores tinham salientado que a luta pela existência trazia quantidades maciças de crueldade e dor e muitas pessoas questionavam se a dor, sofrimento e morte seriam invenções que podiam ser atribuídas a um Deus bondoso. Wallace considerava tal posicionamento exagerado e que o suposto tormento e miséria tinham pouca existência real. Eram mais o reflexo de sensações cultivadas e imaginadas por homens e mulheres em circunstâncias similares. Porém, na realidade, o sofrimento causado pela luta pela existência entre animais era totalmente insignificante (Wallace, 1890, p. 37).

Como Darwin, ele acreditava que a seleção natural atuava somente no sentido de preservar as variações que fossem benéficas para o organismo (Wallace, 1890, p.120; Darwin, [1875], p. 40; Carmo, 2006, capítulo 2, seção 2.3). Entretanto, isso não implicava em qualquer lei que preconizasse um progresso na organização dos indivíduos (Wallace, 1890, p. 121), como supunha Lamarck na primeira lei que aparece na sua teoria da progressão dos animais, por exemplo (Martins, 1993, cap.5; Martins, 1997, pp. 35-37). Poderia ocorrer muitas vezes um avanço na organização, porém nem sempre, pois muitas vezes formas com organização mais simples permaneciam na natureza, como Wallace exemplificou através do caso da serpente que teria se desenvolvido a partir de algum tipo de lagarto que perdera seus membros (Wallace, 1890, p. 121).

Finalizando o capítulo sobre a seleção natural, Wallace apontou os fatos sobre os quais se apoiava a teoria:

Esses fatos são, primeiramente, o enorme poder de aumento em progressão geométrica do qual são dotados todos os organismos, e a inevitável luta pela existência entre eles e, em segundo lugar, a ocor-

rência de muitas variações individuais combinadas com sua transmissão hereditária. A partir dessas duas grandes classes de fatos, que são universais e indisputáveis, surge necessariamente o que Darwin chamou de “preservação das raças favorecidas pela luta pela vida”. (Wallace, 1890, p. 122)

Já no prefácio da primeira edição de *Darwinism* Wallace comentara: “Mesmo rejeitando aquela fase da seleção sexual que depende da escolha da fêmea, eu insisto na grande eficácia da seleção natural” (Wallace, 1890, Preface to the first Edition, p. viii). Ele tinha uma visão diferente da de Darwin acerca da origem e sentido da diferenciação sexual em relação a cor e ornamentação nos machos de algumas espécies. De acordo com este naturalista, muitas vezes a coloração dos animais em diferentes espécies estava relacionada com a necessidade que eles tinham de se esconder dos inimigos ou de sua presa ou mesmo para serem reconhecidos pelo seu próprio tipo (Wallace, 1890, pp. 230-231). Para Wallace, em alguns casos encontrados em pássaros e lagartos, por exemplo, as cores serviam como um sinal de advertência para os inimigos e foram adquiridas como um sinal de proteção ou reconhecimento (Wallace, 1890, p. 267). Em relação à coloração e ornamentos característicos do sexo, ele comentou:

É apenas entre os animais mais elevados e mais ativos que a diferença de coloração adquire uma maior proeminência. Nos moluscos os dois sexos, quando separados, são sempre semelhantes em cor, e apenas muito raramente apresentam diferenças leves na forma da concha (Wallace, 1890, p. 269).

O naturalista britânico chamou a atenção para o fato de que no caso dos insetos, somente entre os alados podia-se encontrar peculiaridade significativa na coloração sexual, mas mesmo assim, essa era uma característica apenas de algumas ordens. Por exemplo: moscas (Diptera), gafanhotos (Orthoptera) e cigarras (Homoptera) exibiam poucas diferenças sexuais em relação à cor, mas algumas espécies como as cigarras macho, tinham desenvolvido órgãos musicais, que permitem o reconhecimento pelo sexo oposto (Wallace, 1890, p. 269).

Wallace discordava de Darwin em relação à atribuição dos padrões e cores das asas das borboletas à seleção sexual, ou seja, devi-

do à preferência das fêmeas por machos mais brilhantes, sendo as cores transmitidas às vezes somente aos machos e às vezes a ambos os sexos. Ele comentou: “Esta visão sempre me pareceu não ser apoiada pelas evidências, sendo bastante inadequada para dar conta dos fatos” (Wallace, 1890, p. 274). E continuou:

É sabido que as borboletas preferem algumas flores mais coloridas; mas isto não prova nem torna provável qualquer preferência pela cor em si, mas somente por flores com certas cores devido a terem um néctar mais agradável ou mais abundante. (Wallace, 1890, p. 275)

Para Wallace as diferenças sexuais não podiam ser explicadas a partir da hipótese da ação direta da escolha ou preferência da fêmea. Sabe-se que Darwin atribuía a origem de todos os caracteres sexuais secundários (cristas ornamentais, plumas acessórias nos pássaros, sons nos insetos, cristas e barbas nos macacos e outros animais e cores e padrões brilhantes dos pássaros machos e borboletas), exceto as armas de ataque e defesa, à seleção sexual. Darwin ia além disso, pois atribuía uma grande parte das cores brilhantes que ocorrem em ambos os sexos, ao princípio da variação que ocorria em um sexo e que era às vezes transmitido apenas ao sexo masculino, às vezes a ambos devido às peculiaridades das leis de herança (Wallace, 1890, p. 283). Wallace explicou:

Nessa extensão da seleção sexual que inclui a ação da escolha ou preferência da fêmea, e na tentativa de dar a esta escolha tais efeitos de alcance amplo, eu sou incapaz de segui-lo [...] e vou apontar agora algumas razões pelas quais penso que suas idéias não fazem sentido. (Wallace, 1890, p. 283)

Para Wallace, as armas adquiridas pelo macho para lutar com os outros machos, sons e odores peculiares ao macho que servem para chamar a fêmea ou para indicar sua presença, chamados e cantos dos pássaros, plumas e ornamentos úteis para cada espécie foram desenvolvidos através da ação da seleção natural (Wallace, 1890, pp. 284-285).

Ele explicou que as cores dos animais eram fundamentalmente para proteção e isso provavelmente se aplicava às cores primitivas de todos os animais. No decorrer da evolução as cores foram produzidas

e modificadas pela ação da seleção natural como sinal de advertência, reconhecimento, mimetismo ou proteção especial (Wallace, 1890, p. 288). Ele concluiu:

O termo “seleção sexual” deve, portanto, ser restrito aos resultados diretos da luta e combate entre os machos. Isto é realmente uma forma de seleção sexual e assunto de observação direta; enquanto seus resultados podem ser claramente deduzidos como aqueles dos muitos outros modos através dos quais age a seleção natural. E se esta restrição do termo é necessária no caso dos animais superiores, é ainda muito mais no caso dos inferiores. (Wallace, 1890, p. 286)

Darwin explicou no *Descent of man* que algumas vezes ações habituais poderiam ser herdadas e que “a semelhança entre o que era originalmente um hábito e um instinto se tornava tão pequena a ponto de não poder fazer uma distinção entre eles”. Ele pensava, além disso, que quando havia mudanças nas condições, pequenas modificações do instinto poderiam ser proveitosas para uma espécie e que a seleção natural poderia preservar e acumular tal tipo de variação (Darwin, [1871], p. 119).

Wallace, contrariamente a Darwin, não acreditava que os instintos tinham surgido a partir de variações úteis, que, de modo análogo a outras variações tinham sido herdadas (Wallace, 1890, p. 441). Ele esclareceu:

À primeira vista pode parecer que os hábitos adquiridos de nossos cachorros treinados – *pointers, retrievers*, etc.– são certamente herdados; mas este não é o caso porque algumas peculiaridades físicas e estruturais como modificações nos ligamentos dos músculos, aumento do refinamento do faro ou visão [...] são herdados; e a partir desses, segue-se como uma consequência natural, que são facilmente adquiridos. Agora, como a seleção está sempre trabalhando para melhorar nossos animais domésticos, nós inconscientemente modificamos a estrutura preservando somente os animais que melhor serviram aos nossos objetivos por suas faculdades, instintos ou hábitos peculiares. (Wallace, 1890, p. 441)

#### **4 ALGUMAS SEMELHANÇAS ENCONTRADAS NO PRINCÍPIO DA SELEÇÃO NATURAL PROPOSTO POR DARWIN E WALLACE**

Tanto Darwin como Wallace consideravam que a seleção artificial feita pelo homem nos animais e plantas é extremamente importante. A ela atribuíam o aperfeiçoamento das raças domésticas.

Outro importante aspecto considerado pelos dois autores é a constante luta pela existência relacionada à busca pelo alimento, contra os inimigos e as forças da natureza, ou seja, o meio (Carmo, capítulo 2, seção 2). Eles concordavam que a luta entre as espécies poderia ocorrer tanto entre indivíduos de uma mesma espécie como entre indivíduos de espécies diferentes. No primeiro caso, ela seria mais severa e mais relevante para o processo evolutivo. Os dois autores comentaram também sobre o aspecto ético da luta pela existência.

Wallace e Darwin atribuíram um papel importante à seleção natural ou sobrevivência do mais apto concordando que esta ocorre devido ao grande poder de aumento dos organismos que existem na natureza. Para ambos, a seleção natural atua sempre no sentido de preservar as variações que forem úteis para a espécie. Entretanto, Wallace explicitou que a preservação das variações que fossem benéficas para o organismo não implicava em qualquer lei que preconizasse um progresso na organização dos indivíduos (Wallace, 1890, p. 121), como aparece em Lamarck, por exemplo. Embora muitas vezes ocorresse no processo evolutivo um aumento na organização, formas mais simples, como as serpentes também poderiam ser preservadas.

#### **5 ALGUMAS DIFERENÇAS ENCONTRADAS NO PRINCÍPIO DA SELEÇÃO NATURAL PROPOSTO POR DARWIN E WALLACE**

Wallace não concordava com a explicação oferecida por Darwin para as diferenças sob o ponto de vista da ornamentação, estrutura, cor existentes entre machos e fêmeas serem devidas quase que unicamente à seleção sexual, por conferirem ao macho superioridade em relação à beleza, defesa, etc. e serem transmitidas somente à descendência masculina. Para Wallace, tais diferenças podiam ser explica-

das pela seleção natural estando relacionadas à defesa, proteção ou reconhecimento pela própria espécie, não dependendo, portanto, da escolha da fêmea.

Wallace discordava de Darwin que o instinto dos animais tivesse surgido a partir do acúmulo de variações que tivessem utilidade para a espécie, selecionadas pela seleção natural, e que estas fossem herdadas.

A posição adotada por Darwin em relação à origem da natureza moral e das faculdades mentais do homem, através de modificações graduais e desenvolvimento a partir de animais inferiores, sob a ação da seleção natural, não era compartilhada por Wallace. Ao contrário de Darwin, que acreditava que todas as variações que ocorriam no homem “eram induzidas pelas mesmas causas gerais e governadas pelas mesmas leis gerais e que estavam sujeitas à ação da Seleção Natural” (Darwin, [1871], p. 285), Wallace se propôs a mostrar que a natureza moral e intelectual do homem não haviam sido desenvolvidas somente pela variação e seleção natural mas que para dar conta delas era necessário recorrer a “alguma outra influência, lei ou agente” (Carmo, 2006, capítulo 3, seção 3.5).

Ele justificou sua posição explicando que um número bem grande de faculdades mentais que não existiam nos selvagens ou então existiam em condição muito rudimentar apareceram de repente bastante desenvolvidas nas raças civilizadas, caracterizando uma pequena parte da comunidade. Tais características não poderiam ter sido desenvolvidas através da ação da seleção natural. Isso o levou a crer que havia uma diferença entre a origem das características físicas e mentais do homem em relação àquelas de outros animais. Assim, ele pensava que a presença de tais características não podia ser explicada pela seleção natural, como pensava Darwin (Wallace, 1890, pp. 461-464).

## **6 AGRADECIMENTOS**

As autoras agradecem à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio recebido que viabilizou a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWLER, Peter. *Charles Darwin. The man and his influence*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- BULMER, Michael. The theory of natural selection of Alfred Russel Wallace. *Notes & Records of the Royal Society* **59**: 152-136, 2005.
- CARMO, Viviane Arruda do. *Concepções evolutivas de Charles Darwin no “Origin of species” e de Alfred Russel Wallace em “Darwinism”: um estudo comparativo*. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.
- DARWIN, C. *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 variation of animals and plants under domestication*. 2 vols. London: John Murray, 1868.
- . *The descent of man and selection in relation to sex*. [1871]. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952 (Great Books of the Western World 49).
- DARWIN, Charles R. & 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.
- KOTTLER, Malcolm Jay. Darwin, Wallace, and the origin of sexual dimorphism. *Isis* **124** (3): 203-226, 1980.
- MARTINS, Lilian A.-C. P. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*. [Dissertação de Mestrado]. Campinas, UNICAMP, 1993.
- . Lamarck e as quatro leis da transformação das espécies. *Episteme*, **2** (3): 33-54, 1997.
- . “Materials for the study of variation”, de William Bateson: um ataque ao darwinismo? Pp. 259-282, in: MARTINS, Lilian A.-C. P.; REGNER, Anna Carolina K. P. & LORENZANO, Pablo (eds.). *Ciências da vida: Estudos filosóficos e históricos*. Campinas: AFHIC, 2006.
- PANTIN, C. F. A. Alfred Russel Wallace, F.R.S., and his essays of

1858 and 1855. *Notes and Records of the Royal Society of London* **14** (1): 67-84, 1959.

REGNER, Anna Carolina K. P. *A natureza teleológica do princípio darwiniano de seleção natural*. [Tese de doutorado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

WALLACE, Alfred Russel. *Darwinism. An exposition of the theory of natural selection with some of its applications*. 2. ed. London: Macmillan and Co., 1890.

## Herbert Spencer Jennings e os efeitos da seleção em *Paramecium*: 1908-1912

---

Waldir Stefano\*

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins\*\*

---

### 1 INTRODUÇÃO

No *Origin of species* (1859), Charles Darwin defendia que a evolução ocorria principalmente através de um processo lento e gradual através do acúmulo de pequenas modificações sobre as quais agia a seleção natural. Embora admitisse que poderia também ocorrer a formação de espécies em um único passo, considerava que isso teria uma importância mínima no processo evolutivo. Além disso, aceitava a existência de herança com mistura (às vezes chamada de hereditariedade “soft”) que era um modo pelo qual a natureza podia conservar a uniformidade das espécies apesar da variabilidade que ocorria em cada geração. Alguns anos mais tarde, ele propôs a hipótese da pangênese que permitiria a produção de uma variabilidade suficiente para que a seleção natural pudesse atuar. Porém a teoria de Darwin tinha problemas, pois não explicava adequadamente como as variações sobre as quais a seleção natural agia eram produzidas.

No final do século XIX vários estudiosos como Karl Ernst von

---

\* Professor da Universidade Presbiteriana Mackenzie; Estudante de doutorado do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). E-mail: stefano@mackenzie.com.br

\*\* Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); Grupo de História e Teoria da Ciência, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Caixa Postal 6059, 13083-970 Campinas, SP. E-mail: lacpm@uol.com.br

Baer, Rudolph von Kölliker e Karl Nägeli criticavam a seleção natural e procuravam explicar as variações que ocorriam nos organismos de modo diferente, considerando a influência do meio (Kellogg, 1907, p. 26). Nesta época havia diversos estudos sobre a influência direta das condições do meio sobre a variação na estrutura dos organismos e discutia-se se os fatores responsáveis pela mesma estavam relacionados ao próprio meio ambiente ou à seleção natural. Vários deles admitiam que o grau de salinidade da água, por exemplo, poderia alterar a estrutura de protozoários, crustáceos e ouriços do mar (Kellogg, 1907, p. 26; Rabaud, 1911, p. 68; Martins, 1999, p. 73). Jean Massart, por exemplo, em 1895 obtivera evidências de que paramécios quando colocados em água salgada, tinham a densidade de seu protoplasma aumentada (Rabaud, 1911, p. 98; Martins, 1999, p. 73).

Os estudos sobre hereditariedade sofreram uma grande mudança depois da adoção dos princípios mendelianos, em 1900. A proposta de Mendel que apareceu em seu artigo sobre a formação de híbridos (1866) baseada principalmente em estudos experimentais de ervilhas do gênero *Pisum* admitia a existência de elementos celulares encontrados nos gametas responsáveis pela transmissão das características hereditárias que não se misturavam e que seguiam determinados padrões que não eram universais (Martins, 2002, pp. 29-36).

Quando William Bateson publicou a tradução para o inglês do artigo de Mendel em seu livro *Mendel's principles of heredity: a defence* (1902), já trabalhava com cruzamentos experimentais envolvendo não apenas vegetais mas também animais como borboletas e galinhas. Juntamente com seus colaboradores (Leonard Doncaster, Reginald Crundall Punnett e Edith Saunders) procurou verificar se os princípios que Mendel tinha encontrado em ervilhas se aplicavam a outros organismos. Além disso, buscou desvios dos padrões mendelianos e novas leis, desenvolvendo o chamado “programa de pesquisa mendeliano” (Martins, 2002). Os resultados obtidos nos cruzamentos experimentais que realizou reforçavam a idéia da descontinuidade das variações e minimizavam o papel da seleção natural no processo evolutivo, priorizando o papel da evolução saltacional (Martins, 1999, pp. 83-84). Na época, além de Bateson, diversos pesquisadores

como Thomas Hunt Morgan, por exemplo, consideravam que a seleção natural sozinha não poderia dar conta da formação de novas espécies (Plutynsky, 2002, p. 17).

O livro *Mendel's principles of heredity: a defence* provocou inúmeras críticas por parte do biólogo Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906) e do matemático e estatístico Karl Pearson (1857-1936). Eles faziam estudos estatísticos em populações sobre a herança de características que eram herdadas de modo contínuo como, por exemplo, a estatura do povo inglês, em cuja herança existe uma graduação de possibilidades entre estaturas mais baixas e as mais elevadas. Este tipo de estudo substanciava, portanto, a idéia de que a evolução era principalmente gradual e conferia um papel importante à seleção natural no processo (Martins, 1999, pp. 83-84). Entre 1902 e 1906 ocorreu na Grã Bretanha a controvérsia mendeliana-biometricista envolvendo por um lado William Bateson e por outro Weldon e Pearson. Esta dizia respeito, entre outros, a aspectos relacionados ao processo evolutivo (continuidade / descontinuidade das variações) e a relevância da seleção natural no processo (ver, por exemplo, Martins, 2005).

Em 1900, partindo do estudo de Francis Galton (1822-1911) a respeito da herança em populações e da lei da herança ancestral, Wilhelm Johannsen (1857-1927) estudou uma variedade de feijão, o *Phaseolus vulgaris*. Seu objetivo era aplicar a uma grandeza quantitativa – o peso dos feijões – o mesmo tipo de análise que Galton tinha aplicado à estatura em populações humanas. Neste tipo de planta as flores podem ser auto-fecundadas o que permite que se estude cada linhagem isoladamente, sem a ocorrência de cruzamentos indesejáveis. Após separar grupos de sementes de determinados pesos e fazer os seus respectivos indivíduos representantes reproduzirem-se separadamente observou que os descendentes de cada um deles apresentavam uma variação em relação ao peso médio. Entretanto, embora o tamanho médio fosse reproduzido, o mesmo não acontecia com essas variações (Martins, 1997, cap. 3, pp. 24-25). Ele concluiu que a seleção dentro das linhagens puras não produzia nenhum novo deslocamento do tipo (Johannsen, 1903, p. 2).

Desde 1904 o biólogo norte-americano Herbert Spencer Jennings

(1868-1947) vinha fazendo investigações sobre organismos unicelulares, particularmente protozoários, estudando aspectos hereditários e evolutivos, tendo publicado vários trabalhos. Na época havia outros estudiosos que também se dedicavam ao assunto como Édouard Maupas, Oskar Hertwig, Gary N. Calkins ou Karl Pearson, por exemplo. Entretanto, os métodos empregados por eles eram diferentes.

Para Jennings, “evolução” era “a denominação geral que se dava aos processos fisiológicos que resultam na mudança de características de geração para geração” (Jennings, 1908a, p. 580). O estudo da seleção tinha por objeto as estruturas que persistem nos organismos. Nesse sentido, uma importante linha de investigação, segundo o autor, seria a busca de leis que procurassem explicar por que algumas combinações permaneçam nos organismos nas sucessivas gerações e outras não (*idem*).

O biólogo norte-americano tinha consciência de que não era possível reproduzir a longa série de condições que teriam agido sobre o organismo quando ele viveu com indivíduos de gerações passadas mas era possível estudar os processos que estão ocorrendo, controlando-os e analisando-os experimentalmente (Jennings, 1908a, p. 583). Segundo ele, embora as investigações desenvolvidas até então como as de Hugo de Vries, por exemplo, tivessem mostrado que a seleção natural era uma realidade, não tinham esclarecido como ela agia (Jennings, 1910a, pp. 141-142).

Jennings considerava que a idéia de “linhagem pura” ou “genótipo” que tinha sido desenvolvida por Wilhelm Johannsen a partir de seus estudos com feijões era bastante clara e podia ser utilizada nas investigações experimentais sobre a seleção, embora alguns autores da época, como Karl Pearson, por exemplo, parecessem não ter entendido o seu significado (Jennings, 1910a, pp. 142-143). Para Jennings, o conceito de “linhagem pura” ou “genótipo” consistia em um instrumento de análise bastante útil, independentemente dos resultados a que conduzisse (Jennings, 1910a, p. 145).

Em 1909 Johannsen aperfeiçoou o conceito de “linhagens puras” que introduzira em 1903. O que caracterizava uma linhagem pura, como dissemos anteriormente, era que todos os indivíduos que a constituíam representavam um mesmo “tipo”, transmitindo sempre

as mesmas potencialidades hereditárias a seus descendentes. Ele introduziu então em 1909 o 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 mensurável do organismo individual (Martins, 1997, cap. 4, pp. 86-87; Wanscher, 1975; Churchill, 1974).

Em 1909, por ocasião do centenário do nascimento de Darwin, August Weismann, um forte defensor do princípio da seleção natural, acusado até mesmo de exagerar seu papel no processo evolutivo (ver Martins, 2003), proferiu uma conferência em Cambridge admitindo que : “Podemos assumir [a teoria da Seleção Natural] mas não podemos prová-la em qualquer caso” (Weismann, *apud* Pearl, 1917b, p. 65). Raymond Pearl anos mais tarde comentou que desde então muita coisa havia mudado (Pearl, 1917b, p. 65) levando em conta o intenso trabalho experimental que tinha sido desenvolvido nos oito anos após a conferência de Weismann.

O objetivo deste artigo é analisar a posição que Jennings adotou em relação ao papel da seleção natural no processo evolutivo a partir das evidências encontradas em seus estudos com protozoários (*Paramecium*) publicados entre 1908 e 1912.

## 2 ESTUDOS REALIZADOS DE 1908 A 1910

Em seus estudos feitos de 1908 a 1910 Jennings utilizou principalmente o protozoário *Paramecium* como material experimental<sup>1</sup>. Ele procurou investigar o que ocorria na passagem de uma geração para outra, observando que diferenças e semelhanças podiam ser detectadas entre os membros de sucessivas gerações. O estudo dos protozoários oferecia uma maior facilidade em relação ao de outros organismos, pois durante um dia podia ocorrer a formação de uma ou mais gerações (Jennings, 1908a, p. 583).

Continuando suas observações por numerosas gerações, o biólogo norte-americano percebeu que certas propriedades, tais como o tamanho, persistiam nos descendentes dos protozoários. Entretanto, desejava saber como isso ocorria. A partir das evidências encontradas

---

<sup>1</sup> As culturas eram feitas com água e vegetais em decomposição.

neste estudo concluiu que a seleção não tinha efeito dentro de uma linhagem pura (progênie de um único indivíduo) no que dizia respeito ao tamanho<sup>2</sup>. Considerou que “a seleção é meramente um nome dado para certos aspectos do caminho em que o processo [evolutivo] como um todo ocorre” (Jennings, 1908 a, p. 581).

Em um outro estudo bastante extenso e detalhado realizado no mesmo ano, através da observação de várias gerações de protozoários, Jennings constatou a presença de dois conjuntos de protozoários que diferiam em relação às suas dimensões (comprimento e largura), um dos grupos tendo aproximadamente o dobro do tamanho do outro. Ele matou então 400 protozoários fixando-os com o fluido de Worcester e medindo-os. Em um dos grupos o comprimento variava entre 84 e 144  $\mu\text{m}$  e no outro entre 164 e 224  $\mu\text{m}$ . A partir dos dados encontrados, Jennings utilizou métodos estatísticos. Construiu polígonos de frequência levando em conta a correlação entre comprimento e largura, mostrando tratar-se de grupos claramente distintos. Quando um indivíduo de um desses grupos era separado e se reproduzia, seus descendentes mantinham-se dentro do mesmo grupo. Concluiu tratar-se de duas “raças” distintas (Jennings, 1908b, pp. 396-399).

Jennings se perguntou se esses grupos poderiam ser considerados espécies diferentes. Já se fazia, na época, a distinção entre duas espécies de paramécios incolores: *Paramecium aurelia* e *Paramecium caudatum* (ver fig. 1). A primeira dessas espécies era menor do que a outra, mais arredondada e possuía dois micronúcleos, enquanto a segunda era maior, tinha extremidade mais pontuda e possuía apenas um micronúcleo. No entanto, alguns autores haviam criticado essa identificação e sugerido que se tratava apenas de variantes de uma única espécie. Sem se pronunciar inicialmente sobre a questão, Jennings adotou provisoriamente os nomes tradicionais e aplicou-os aos dois grupos que havia identificado (Jennings, 1908b, pp. 402-407).

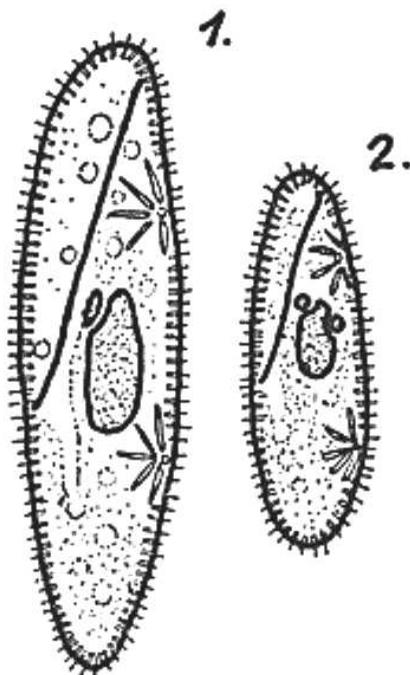
Desejando saber se através da seleção e propagação era possível obter dentro de um único grupo raças que tivessem diferentes tamanhos médios (Jennings, 1908b, p. 407), realizou um grande número

---

<sup>2</sup> Jennings adotava o conceito de *linhagens puras* admitido por Wilhelm Johannsen.

de experimentos. Obteve, porém, resultados negativos. Ele comentou:

A progênie de indivíduos grandes e pequenos (dentro de uma linhagem pura) *não mostrou diferenças características no tamanho*. Os espécimens maiores da forma *caudatum* produziram progênie que, como um todo, não era maior que os maiores espécimens produzidos pelos espécimens pequenos da mesma forma, e ocorria o mesmo para o grupo *aurelia*. [...] (Jennings, 1908b, p. 408)

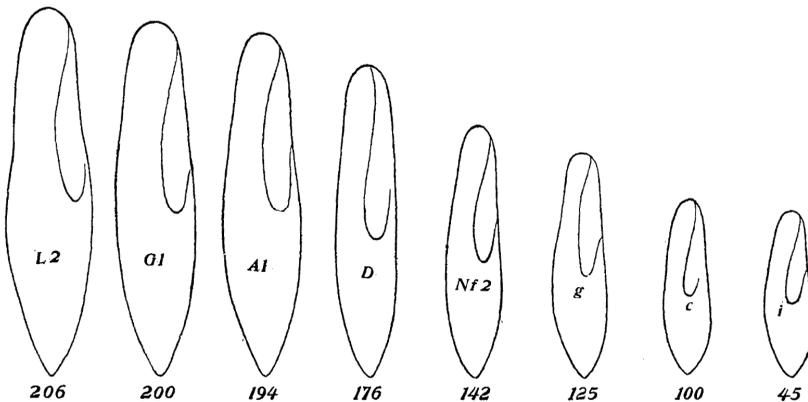


**Figura 1.** *Paramecium caudatum* (1) e *Paramecium aurelia* (2). O *Paramecium caudatum* é maior, tem extremidades mais pontudas e possui apenas um micronúcleo. O *Paramecium aurélia* é menor, mais arredondado e possui dois micronúcleos.

Jennings percebeu depois que dentro de um grupo obtido a partir dos menores havia alguns mais longos, mas não tão longos quanto

aqueles do conjunto maior, concluindo então que “as diferenças que existiam não eram significativas e pareciam não se dever à hereditariedade mas em parte à natureza do meio” (Jennings, 1908b, pp. 408-410).

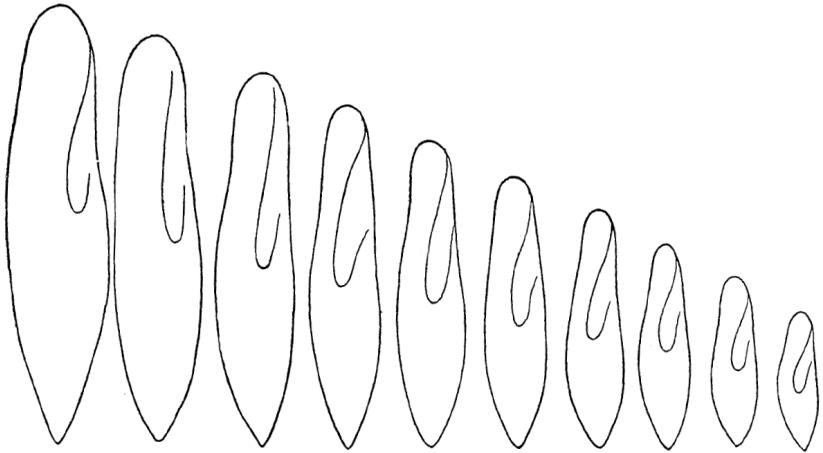
A partir das evidências encontradas nos diversos experimentos realizados Jennings chegou à conclusão de que “a seleção não surtia efeito dentro de uma linhagem pura; o tamanho era determinado pela linhagem à qual os animais pertenciam, e as variações individuais que ocorriam nos progenitores não eram efetivas na progênie” (Jennings, 1908b, p. 511). Segundo o autor, as variações que ocorriam em uma linhagem pura eram devidas ao crescimento e variações do meio, não sendo herdadas. Por outro lado, o tamanho médio era herdado e dependia das características fundamentais da linhagem pura. Jennings comentou ainda que os resultados que obtivera em *Paramecium* eram semelhantes aos obtidos por Johannsen (1903) em feijões e àqueles obtidos por Elise Hanel (1907) em *Hydra* (Jennings, 1908b, p. 521).



**Figura 2.** As oito “raças” de *Paramecium* isoladas por Jennings. Os comprimentos, em  $\mu\text{m}$ , estão indicados abaixo de cada figura (Jennings, 1909, p. 326).

Em um trabalho posterior (1909) Jennings, dando prosseguimento às suas investigações, procurou averiguar como ocorria a herança de

tamanho em *Paramecium*. Ele observou mais de 10.000 indivíduos que foram mantidos em condições experimentais durante muitas gerações. Constatou que havia oito “raças” de *Paramecium* que diferiram entre si pelas dimensões dos indivíduos que as constituíam (ver figura 2). No entanto, isolando cada uma dessas “raças” constatou que havia uma grande variabilidade de tamanho em seus descendentes (figura 3).

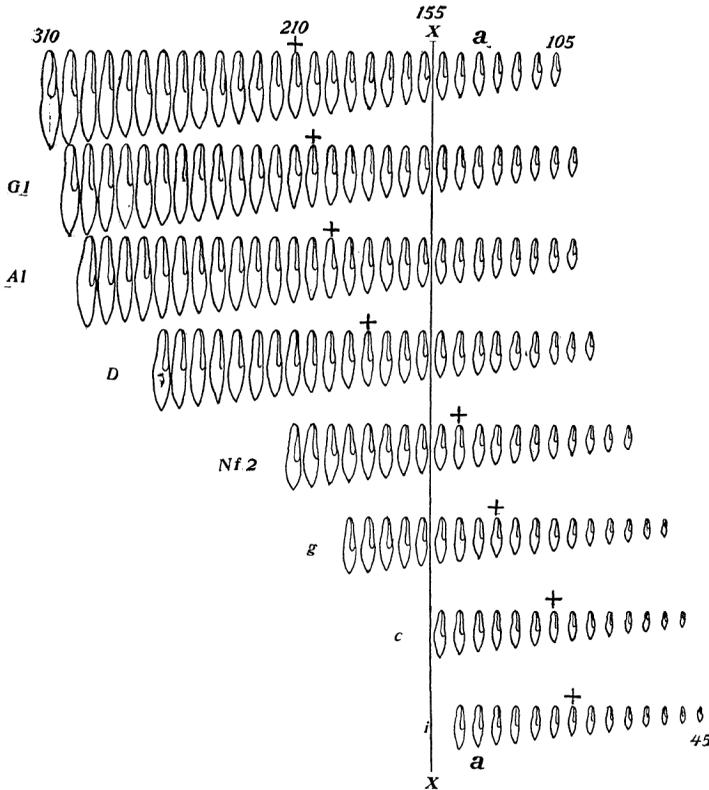


**Figura 3.** Diagrama de uma única "raça" de *Paramecium* (tipo D, da figura 2), mostrando a variação de tamanho dos indivíduos, que têm comprimentos de 80 a 256  $\mu\text{m}$  (Jennings, 1909, p. 327).

Misturou todas essas raças permitindo que elas se reproduzissem. Percebeu que em cada uma delas eram obtidos indivíduos que tinham determinadas dimensões. Isolou então por seleção várias raças permitindo que elas se reproduzissem. Constatou que, dentro de cada uma delas, havia variações em relação às dimensões (figura 4) mas que o tamanho médio era herdado. Jennings explicou:

A maior parte das diferenças entre indivíduos é puramente temporária e não significativa para a herança; as outras são diferenças permanentes entre raças constantes. **A seleção sistemática e continuada não tem efeito em uma raça pura, e na mistura de raças seu**

**efeito consiste em isolar as raças existentes, não em produzir algo novo.** (Jennings, 1909, p. 337; ênfase nossa)



**Figura 4.** Diagrama das 8 "raças" de *Paramecium*, mostrando a variabilidade de tamanho dentro de cada tipo e comparando os vários tipos entre si. O indivíduo de tamanho médio dentro de cada raça é indicado por um sinal +. A linha vertical mostra o tamanho médio do conjunto com todos os tipos de *Paramecium*. Os números mostram o tamanho em  $\mu\text{m}$  (Jennings, 1909, p. 329).

Desse modo o biólogo norte-americano constatou que a seleção não agia dentro daquilo que ele considerava como sendo uma "raça pura": não criava nada de novo mas somente isolava as raças que já existiam. Assim, as evidências encontradas confirmavam as conclusões a que havia chegado em estudos anteriores (Jennings, 1908a;

Jennings, 1908b). Além disso, harmonizavam-se com a concepção das linhagens puras de Johannsen. Por outro lado, estavam de acordo com o que era aceito por Thomas Hunt Morgan (Morgan, 1903) e por Bateson na época, no sentido de que a seleção não podia criar nada de novo. Entretanto Jennings acrescentou que “a ciência era essencialmente incompleta e que esses resultados não eram finais” (Jennings, 1909, p. 337), vendo portanto a necessidade de mais investigações sobre o assunto.

As evidências encontradas por Jennings em um outro estudo (Jennings, 1910) corroboraram a idéia de que a seleção agia isolando as raças que já existiam. Ele utilizou, entretanto, uma cultura selvagem, obtida portanto, na natureza. Percebeu que, através da seleção progressiva, foi possível obter dois lotes de protozoários, um dos quais tinha mais indivíduos que o outro e que as diferenças entre os indivíduos que os constituíam eram permanentes e hereditárias (Jennings, 1910a, p. 136). Estas consistiam na diferença de um a dois milésimos de milímetro no comprimento do corpo. Constatou que, de modo análogo ao que ocorrera nas culturas produzidas em laboratório, a seleção possibilitou o isolamento das formas que já existiam na natureza. Isto o levou a crer que:

Mas nossa seleção é somente um processo de purificação e quando se obtém finalmente uma raça pura, a seleção não tem o poder de ir adiante. Nós estaríamos completamente no escuro sobre o verdadeiro efeito da seleção se não tivéssemos em mente a idéia de “linhagem pura”. (Jennings, 1910a, p. 138)

Neste ponto Jennings discutiu se seria adequado aplicar o conceito de “linhagem pura” de Johannsen a organismos que se reproduziam livremente. Sugeriu então utilizar o termo “genótipo” em vez de “linhagem pura”, interpretando esse termo como um grupo de indivíduos que durante um longo período de tempo produziam uma progênie completamente uniforme em suas características hereditárias e que não se dividissem em grupos menores (Jennings, 1910a, p. 139).

As evidências experimentais encontradas por Jennings em 1910 levaram-no a acreditar que no caso podiam ser aplicadas várias proposições gerais aos fenômenos que estudou:

1. A primeira proposição é esta: os organismos nos quais a seleção se mostrou efetiva são compostos por muitos genótipos – por muitas raças que diferem em seus caracteres hereditários. Sabemos que isso é verdade.
2. Segundo, de uma mistura de genótipos desse tipo é possível isolar por seleção qualquer uma das coisas que estão presentes – talvez em um grande número de diferentes combinações.
3. Mas de tal mistura *não é* possível obter por seleção metódica qualquer coisa que não esteja presente (salvo quando ocorrerem raras mutações).
4. Portanto não é possível obter por seleção metódica qualquer coisa que esteja fora dos extremos das características genotípicas já existentes.

Esta é talvez, na prática, nossa proposição mais importante. Pois para que a seleção produza uma progressão da *Amoeba* ao homem, é evidentemente necessário que ela nos dê caracteres que estão além dos extremos daquilo que já existe.

5. Nossa quinta proposição é que no caso dos genótipos que se inter cruzam livremente, podemos obter um número indefinido de combinações de tudo o que está entre os extremos dos genótipos existentes – a variedade das combinações obtidas dependendo das regras da herança. (Jennings, 1910a, pp. 139-140).

Jennings apontou que os resultados dos trabalhos de Galton com ervilhas e com seres humanos podiam ser interpretados de acordo com essas idéias e que, portanto, a interpretação do próprio Galton (que se baseava nas leis de regressão e da hereditariedade ancestral) podia ser rejeitada, já que elas se baseavam em uma confusão entre coisas totalmente distintas: a flutuação não hereditária (fenotípica) e as diferenças permanentes genotípicas (herdáveis) (Jennings, 1910a, p. 140).

O exame mostrou que em *Paramecium* a raça ou linhagem é absolutamente permanente. Embora os indivíduos de uma linhagem pudessem diferir entre si, essas diferenças não seriam herdadas. Assim, não forneceriam matéria prima para a seleção (Jennings, 1910a, p. 137).

De acordo com o autor, o trabalho com “linhagens puras” mostrou que havia poucas modificações sobre as quais a seleção pudesse agir e que as diferenças grandes entre os indivíduos não eram significati-

vas para a seleção ou para o processo evolutivo. Concluiu então que, o trabalho feito pela seleção ocorria com mais dificuldade e morosidade, mas mesmo assim era logicamente possível (Jennings, 1910, p. 144). Comentou ainda que enquanto nos estudos de Johannsen os genótipos dos feijões diferiam pelo peso em 2 ou 3 centésimos de grama em relação ao peso médio da semente, os genótipos de *Paramecium* diferiam em 2 centésimos de milímetro no comprimento (Jennings, 1910a, pp. 144-145). Essas pequenas diferenças permanentes (hereditárias) e outras menores ainda não poderiam ter surgido por seleção mas, uma vez existentes, poderiam ser objeto da seleção natural. Os fatos encontrados neste estudo levaram Jennings a pensar que a evolução consistia principalmente em um processo lento e gradual onde ocorriam pequenas modificações (Jennings, 1910a, p. 145).

Pearson (1910), embora também aceitasse que as variações eram contínuas e que a seleção natural tinha um papel primordial no processo evolutivo, questionou o conceito de “linhagem pura” empregado por Jennings considerando que ele, Pearl e Hanel pareciam confundir a ausência de herança de um caráter com a herança de uma linhagem pura (Pearson, 1910, pp. 372-373). Colocou em dúvida se as características consideradas eram de fato herdadas ou resultavam da influência do meio. Entretanto, Raymond Pearl em um trabalho posterior (1917) considerou que a conclusão de Jennings estava bem fundamentada.

### 3 ESTUDOS REALIZADOS EM 1911 E 1912

Em 1911 Jennings, em sua análise, levou em conta várias características de *Paramecium*. Algumas delas eram estruturais como o tamanho do corpo, por exemplo, que ele já havia analisado em investigações anteriores. Outras eram fisiológicas, como por exemplo a taxa de multiplicação e a conjugação. Interessado em saber o que aconteceria se fossem misturados vários genótipos permitindo que ocorresse o processo de conjugação<sup>3</sup>, Jennings realizou experimentos nesse

---

<sup>3</sup> Em um trabalho publicado no mesmo ano Jennings (1910b) discutiu sobre as condições necessárias para que ocorresse o processo de conjugação,

sentido (Jennings, 1911, pp. 86-88). Ele supôs que em uma população selvagem existem muitos genótipos e que isso possibilitaria diversas combinações. Consequentemente, algumas cadeias deveriam perecer, outras deveriam multiplicar-se mais lentamente, outras mais rapidamente; algumas combinações deveriam ser destruídas. Além disso, somente as mais fortes deveriam sobreviver. Isto poderia dar uma idéia do modo pelo qual a seleção natural operaria na natureza, levando à sobrevivência do mais apto (Jennings, 1911, pp. 86-88).

Tomando uma população selvagem, o biólogo isolou dois lotes de protozoários, separando-os. Expôs o primeiro a condições que permitissem a conjugação e o segundo a condições que não permitissem a conjugação. O experimento levou aos seguintes resultados:

- No lote que foi exposto a condições que não permitiam a conjugação todos os indivíduos morreram.
- No lote onde havia condições para que se desse a conjugação, os indivíduos apresentaram grande variabilidade: alguns morreram logo; outros se multiplicaram lentamente; outros se multiplicaram mais vigorosamente.

As evidências encontradas por Jennings confirmaram sua expectativa de que a conjugação produzia uma grande variabilidade de genótipos. Os que conferiam ao indivíduo um maior vigor possibilitavam sua sobrevivência, ou seja, ocorria a sobrevivência do mais apto admitida pela teoria darwiniana (Jennings, 1912, pp. 572-573).

#### 4 ALGUNS DESENVOLVIMENTOS POSTERIORES

Entre 1912 e 1918 Jennings e Raymond Pearl (1879-1940) publicaram diversos trabalhos tratando da análise quantitativa das consequências do endocruzamento sobre a herança mendeliana (Jennings, 1912; Jennings, 1914; Pearl, 1915). Nesses trabalhos assumia-se uma determinada distribuição de genótipos em uma geração e a partir daí calculava-se os genótipos da próxima geração (Provine, 2001, pp. 136-137). Nesse período Jennings e colaboradores analisaram o efeito da seleção natural em populações mendelianas.

James E. Ackert (Ackert, 1916) também realizou experimentos com *Paramecium*. Para isso utilizou as duas espécies conhecidas, *caudatum* (maior, dotado de um micronúcleo) e *aurelia* (menor, com

dois micronúcleos). Ele desejava saber se, através da seleção, era possível obter diversos grupos dentro de um único tipo de *Paramecium*, ou seja, se a partir da progênie de um único animal, os indivíduos maiores e menores poderiam ser selecionados de modo a desenvolver dois grupos diferentes (um com indivíduos de uma maior dimensão que o outro). As evidências encontradas a partir do teste de diversos grupos levaram-no a crer que “diversos grupos de *Paramecia* não poderiam ser obtidos dentro da progênie de um único indivíduo” (Ackert, 1916, p. 399). Além disso, concluiu que as variações de tamanho de *Paramecia* dentro de um mesmo grupo eram devidas aos efeitos combinados do crescimento e desenvolvimento (Ackert, 1916, p. 400). Tais resultados corroboravam as conclusões a que chegara Jennings em seus estudos.

Entretanto, Raymond Pearl considerou que o trabalho de Ackert apresentava erros estatísticos não estando, portanto, bem fundamentado (Pearl, 1916a, p. 78; Pearl, 1917a). Considerou ainda que o trabalho de Ackert não refutava nem confirmava os resultados obtidos por Jennings (1908b) de que a seleção não era efetiva em relação às diferenças de tamanho dentro de uma linhagem pura (Pearl, 1917a, p. 81).

Embora criticasse o trabalho de Ackert, Pearl tinha uma visão positiva em relação a diversos outros experimentos feitos sobre a seleção, incluindo os de Jennings, e comentou:

Pode-se dizer, de um modo geral, que experimentos cuidadosos e críticos sobre a seleção natural levaram a resultados opostos [...]. Se a forma usada constituía uma “linhagem pura” no sentido estrito da concepção de Johannsen, [...] os resultados da seleção contínua na maioria dos casos têm sido negativos na medida em que se considere a produção de qualquer mudança no tipo. Isto foi mostrado através do trabalho da Estação de Svälov com vários cereais, de Johannsen com feijões, de Jennings com *Paramecium*, de Hanel com *Hydra*, de Vilmorin com trigo, de Ewing com *Aphis*, de Pearl com aveia, [...] (Pearl, 1917a, p. 81).

Em 1917, quando a teoria mendeliana-cromossômica já estava sendo desenvolvida por Morgan e colaboradores, estando bem fundamentada em relação a alguns aspectos, Hermann Joseph Müller

encontrou em *Drosophila* evidências de que a seleção podia produzir quase todas as formas intermediárias através da redução ou aumento de genes modificadores em uma população. Os estudos feitos por Müller e Calvin Blackman Bridges mostraram que sete fatores interferiam na determinação da cor de olhos em *Drosophila* (Allen, 1978, p. 305). Jennings considerou então que a seleção natural poderia agir sobre pequenas variações que ocorriam nos fatores mendelianos. Ele admitiu que “os vários graus em que uma característica externa aparece resultam de mudanças na constituição hereditária sobre as quais age a seleção natural” (Jennings, 1917, p. 306).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta análise mostrou que a concepção de linhagens puras proposta por Johannsen consistiu uma importante ferramenta de trabalho para Jennings. Por outro lado, as evidências que encontrou reforçavam as evidências encontradas por Johannsen em *Phaseolus* quanto à ineficácia da ação da seleção natural nas linhagens puras.

Nos estudos realizados entre 1908 e 1910 Jennings encontrou evidências de que a seleção natural não agia dentro das “linhagens puras”. Caso ocorresse a mistura de “raças”, a seleção somente isolaria as raças já existentes. Portanto, não criaria nada de novo.

Nos estudos realizados de 1911 a 1912 o biólogo americano constatou que a conjugação possibilitaria a produção de uma grande variabilidade de genótipos sobre os quais agia a seleção natural, selecionando aqueles que proporcionassem formas mais adaptadas. Cada um dos genótipos diferentes constituiria uma linhagem pura.

Somente anos mais tarde, a partir de seus estudos sobre o efeito da seleção natural nas populações mendelianas, Jennings considerou que a seleção natural podia agir sobre as pequenas variações que ocorressem nos fatores mendelianos.

Em suma, nos estudos de que tratamos Jennings encontrou evidências de que a seleção natural agia selecionando entre diversas linhagens puras mas não era eficaz dentro de uma linhagem pura já que as pequenas variações que ocorriam em relação ao tipo médio não eram transmitidas aos descendentes. Entretanto, via a necessidade de mais estudos para obter esclarecimentos sobre o papel da sele-

ção dentro das linhagens puras.

## 6 AGRADECIMENTOS

Um dos autores (Lilian) agradece o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que permitiu o desenvolvimento da presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERT, James E. On the effect of selection in *Paramecium*. *Genetics* **1**: 387-405, 1916
- ALLEN, Garland E. *Thomas Hunt Morgan. The man and his science*. Princeton: Princeton University Press, 1978.
- CHURCHILL, Frederick B. William Johannsen and the genotype concept. *Journal of the History of Biology* **7**: 5-30, 1974.
- JENNINGS, Herbert Spencer. Heredity, variation and evolution in Protozoa I. *The Journal of Experimental Zoology* **5** (4): 577-632, 1908a.
- . Heredity, variation and evolution in Protozoa II. *Proceedings of the American Philosophical Society* **47**: 393-546, 1908b.
- . Heredity and variation in the simplest organisms. *The American Naturalist* **43**: 321-337, 1909.
- . Experimental evidence of the effectiveness of selection. *The American Naturalist* **44**: 136-145, 1910a .
- . What conditions induce conjugation in *Paramecium*? *The Journal of Experimental Zoology* **9** (2): 279-300, 1910b.
- . Pure lines in the study of genetics in lower organisms. *The American Naturalist* **45** : 79-89, 1911.
- . Production of pure homozygotic organisms from heterozygotes by self-fertilization. *The American Naturalist* **46**: 487-491, 1912.
- . Formula for the results of inbreeding. *The American Naturalist* **48**: 693-699, 1914.
- . Modifying factors and multiple allelomorphs in relation of the results of selection. *The American Naturalist* **51**: 301-306, 1917.
- JOHANNSEN, Wilhelm Ludwig. Heredity in population and pure

- lines [1903]. Pp. 20-26, *in*: PETERS, James A. (ed.). *Classic papers in genetics*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1959.
- KELLOGG, Vernon. *Darwinism today*. New York: Henry Holt, 1907.
- KINGSLAND, Sharon. Raymond Pearl: on the frontier in the 1920's. *Human Biology* **56** (1): 1-18, 1984.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. [Tese de Doutorado]. 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.
- . August Weismann e evolução: os diferentes níveis de seleção. *Revista da SBHC* **1** (1): 53-74, 2003.
- . La controversia mendeliano-biometricista: un estudio de caso. Pp. 501-508, *in*: FAAS, Horacio; SAAL, Aarón; VELASCO, Marisa (eds.). *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las XV Jornadas*. Facultad de Filosofía y Humanidades. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, v. 11, 2005.
- . “Materials for the study of variation”, de William Bateson: um ataque ao darwinismo? Pp. 259-282, *in*: MARTINS, Lilian A.-C. P., REGNER, Anna Carolina K. P. & LORENZANO, Pablo (eds.). *Ciências da vida: Estudos filosóficos e históricos*. Campinas: AFHIC, 2006.
- MORGAN, Thomas Hunt. *Evolution and adaptation*. New York: Macmillan, 1903.
- PEARL, Raymond. The probable error of a difference and the selection problem. *Genetics* **2**: 78-82, 1917a.
- . The selection problem. *The American Naturalist* **51**: 65-91, 1917b.
- PEARSON, Karl. Darwinism, biometry and some recent biology. *Biometrika* **7**: 368-385, 1910.
- PROVINE, William Ball. *The origins of theoretical populations genetics*. Chicago: University of Chicago, 2001.
- RABAUD, Étienne. *Le transformisme et l'expérience*. Paris: Félix

Alcan, 1911.

PLUTINSKY, Anya. *Modelling evolution*. [Dissertação de Mestrado]. Pennsylvania: University of Pennsylvania, 2002.

WANSCHER, J. H. The history of Wilhelm Johannsen's genetical terms and concepts from the period of 1903 to 1926. *Centaurus* **19**: 125-47, 1975.

