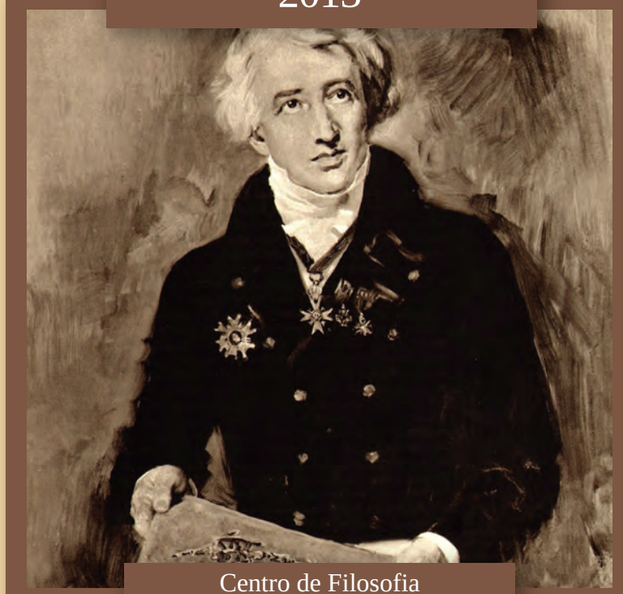
Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013

Realização:

Apoio:

Caderno de Resumos

Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013



Centro de Filosofia e Ciências Humanas

Universidade Federal de Santa Catarina

07 a 09 de agosto de 2013

Caderno de Resumos

CADERNO DE RESUMOS DO ENCONTRO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA 2013

ABFHiB
Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia

EDITORES:
Felipe Faria
Maria Elice Brzezinski Prestes

Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis
07 a 09 de agosto de 2013

APOIO:
Centro de Filosofia e Ciências Humanas – CFH, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
Grupo Fritz Müller-Desterro de Estudos em Filosofia e História da Biologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
Aliança Francesa de Florianópolis.
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

ENCONTRO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA 2013

Florianópolis, 7 a 9 de agosto de 2013

LOCAL:
Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

PROMOÇÃO:
Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB)
http://www.abfhib.org

COMISSÃO ORGANIZADORA:
Felipe Faria (CFH-UFSC)
Gustavo Caponi (CFH-UFSC)
Maria Elice Brzezinski Prestes (USP)
João Vicente Alfaya dos Santos (PPGECT-UFSC)

COMISSÃO CIENTÍFICA:
Aldo M. de Araújo (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
Ana Maria de Andrade Caldeira (Universidade Estadual Paulista)
Anna Carolina Regner (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)
Charbel Niño El-Hani (Universidade Federal da Bahia)
Gustavo Andrés Caponi (Universidade Federal de Santa Catarina)
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (Universidade de São Paulo/RP)
Nelio M. V. Bizzo (Universidade de São Paulo)
Ricardo Waizbort (Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz)
Roberto de Andrade Martins (Universidade Estadual da Paraíba)

COMISSÃO AUXILIAR LOCAL:
Victor Augusto Moreira , Gislaine Lilian Rowedder, Karem Hansen, Tomás Honaiser,Veronyca Rivero, Joseane Mafesoni Caldas**,** Bruna Vicente, Larissa Zancam Rodrigues e Regiani Magalhães Yamazaki

ENCONTRO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA 2013

ABFHiB
Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia

Programa

7 DE AGOSTO DE 2013 – 4ª FEIRA

8h30 – 9h00 – INSCRIÇÕES
9h00 – 9h30 – **Abertura (Auditório)** com a presença de com a presença do Diretor do Centro de Filosofia e Ciências Humanas - UFSC, Prof. Paulo Pinheiro Machado; do Chefe de Departamento de Filosofia-UFSC, Prof Dr. Gustavo Caponi; da Presidente da ABFHiB, Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes; da Vice-Presidente da ABFHiB, Profa. Dra. Lilian Al-Chueyr Pereira Martins; do Diretor Geral da Aliança Francesa de Florianópolis, o Sr. Fernand Defournier e representando a Comissão organizadora do Encontro, o Dr. Felipe Faria (CFH-UFSC).

9h30 – 10h30 – Conferência (Auditório)

Coordenação: Gustavo Caponi

Eric Buffetaut (Laboratoire de Géologie de l'Ecole Normale Supérieure – Paris):
"Albert Gaudry, or how to be an evolutionary paleontologist while rejecting natural selection".

10h30 – 11h00 – *Coffee break*

11h00 – 12h20 – Sessões Paralelas

Sala A	Sala B
Coordenação: Antonio Carlos Sequeira Fernandes	*Coordenação*: Nelio Bizzo
Antonio Carlos Sequeira Fernandes; Felipe Faria; Miguel Telles Antunes: "Manuel Aires de Casal, o beemote de Jó e o registro das ocorrências fossilíferas brasileiras no início do século XIX".	Felipe Faria: "A carta de Cuvier a J.C. Mertrud: uma introdução à anatomia comparada".
Waldir Stefano; Sabrina Souza de Almeida; Mariana Inglez dos Reis : "As concepções evolutivas de Henry Fairfield Osborn no estudo dos fósseis: uma contribuição".	Ana Carolina B. Talamoni: "Breve histórico da Anatomia no Brasil".

12h20 – 14h10 – ALMOÇO

14h10 – 16h10 – Sessões Paralelas

Sala A	Sala B
Coordenação: Maurício de Carvalho Ramos	*Coordenação*: Ana Maria de Andrade Caldeira
Maurício de Carvalho Ramos: "A ontogênese como máxima heurística: Schleiden, Goethe e as metamorfoses do empirismo racional".	Thais Benetti de Oliveira; Ana Maria de Andrade Caldeira: "Organismos adaptados, seleção natural e restrições do desenvolvimento: uma discussão epistemológica acerca das relações entre os conceitos em um Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia, GPEB".
Gustavo Caponi: "Edward Poulton e a polaridade próximo-remoto".	Marcelo Viktor Gilge; Maria Elice B. Prestes: "Ernst Haeckel nos livros didáticos aprovados no PNLD 2012".
Marcos Rodrigues da Silva: "Inferência da melhor explicação e a noção de identidade de problemas científicos: o caso do adaptacionismo de Darwin".	João Vicente Alfaya dos Santos: "Progresso biológico nos livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLEM 2012".

16h10 – 16h40 – *Coffee break*

16h40 – 18h40 – Sessão de Pôsteres

Descrição: O coordenador dará início à sessão com uma breve introdução dos trabalhos a serem apresentados. Em seguida, cada autor fará uma breve apresentação (cerca de 5 minutos) do seu trabalho (em frente ao respectivo pôster). Após o final das apresentações, o público poderá mover-se livremente ao redor dos pôsteres e discutir os trabalhos com os seus respectivos autores.

Sala A
Coordenação: João Vicente Alfaya dos Santos
Brunah Schall: "Evolução e catolicismo: discussões em jornais cariocas no final do século XIX e início do século XX".
Brunno Botelho Borges; Giovanna Paola M. Bergamini; Nicole Wiezel de Carvalho; Pedro Espindola Giuliangeli de Castro; Pedro Margutti Marques Bruneli; Tiago do Amaral Moraes; Wilson França de Oliveira Neto: "A água e a evolução biológica: do século XIX ao século XX".
Carolina Perozzi Guedes de Azevedo; Caio Guerrato Coelho da Silva; Cristina dos Santos Silva; Giovanna Vasconcelos Maia; João Cervelleira de Mello; Marcel Valentino Bozzo; Thiago del Corso; Maria Elice Brzezinski: "Replicação de experimentos históricos de Robert Hooke (1635-1703) visando o ensino aprendizagem da Teoria celular: um estágio como pesquisa em escola pública de ensino fundamental em São Paulo-SP".
Caroline Avelino de Oliveira; João José Caluzi: "Stanley Lloyd Miller e a origem da vida, um episódio histórico para discutir aspectos sobre a natureza da ciência".
Claudio Ricardo Martins dos Reis: "O princípio da divergência na argumentação darwiniana".
Daiana Evilin Gibram; Heslley Machado Silva; Elaine S. Nicolini Nabuco de Araujo; Paloma Rodrigues da Silva: "Concepções de Futuros Professores de Ciências/Biologia e Pedagogia sobre Criacionismo e Evolução".
Felipe Lima Pinheiro: "Seria o termo "exaptação" realmente útil?".
Fernanda Peres Ramos; Marcos Rodrigues da Silva: "A epistemologia do genoma: o determinismo genético como fio condutor".

Francisco Paulo Caires Júnior; Eglaia de Carvalho; Mariana A. B. S. de Andrade: “As relações conceituais sobre gene em livros didáticos”.
Leandro Duso; Marilisa Bialvo Hoffmann: “A herborização de plantas medicinais na escola: interfaces entre a história da Biologia e o ensino de Botânica”.
Leonardo Augusto Luvison Araújo; Russel Teresinha Dutra da Rosa: “Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de biologia do ensino médio”.
Luciana Romeira de Jesus; Jesuína Pacca: “Uma Sequência Didática para Ensinar o Sistema Circulatório”.
Marilisa Bialvo Hoffmann; Elizandro Maurício Brick: “A importância da prática da dissecação para a gênese do fato "circulação do sangue no corpo humano".
Nelio Bizzo; Paulo Sano: “Brocchi, Darwin, Mendel and the Vatican: species stability, hibridism, transmutation and an amazing historical irony”.
Priscila Prazeres Clementino; Wellington Gil Rodrigues: “O ensino da teoria evolucionista na perspectiva dos professores de ciências da rede adventista de ensino”.
Regiani Magalhães Yamazaki; Geovana Mulinari Stuani; João Vicente Alfaya dos Santos: “As controvérsias científicas sobre o conceito de gene no ensino para a formação crítica do licenciando em Ciências Biológicas”.
Renata Andrade Medeiros de Araujo; João Paulo Ferraro Turano de Araujo; Davi Martinelli Gonçalves; Mariana Antonieta Barreto do Prado; Ornella Gonçalves Zumpano; Cláudia Barboza de Freitas; Thiago del Corso; Maria Elice Brzezinski Prestes: “A utilização da História a Ciência no ensino: observações de Robert Hooke como recurso motivacional ao estudo a célula”.
Simone Sendin Moreira Guimarães; Rones de Deus Paranhos: “A ideia e vida de futuros professores de Biologia: aspectos históricos e filosóficos de um conceito complexo”.
Veronyca Rivero Corrêa de Souza; Thais Gabriella Reinert da Silva; João Vicente Alfaya dos Santos: “Biologia Histórica e Funcional na Formação Inicial de Professores de Biologia”.
Wellington Gil Rodrigues; Mayara Farias da Silva Santos: “O ensino do criacionismo nas aulas de ciências: a perspectiva dos professores de ciências da rede adventista de ensino”.

8 DE AGOSTO DE 2013 – 5ª FEIRA

08h30 – 10h30 – Sessões Paralelas

Sala A	Sala B
Coordenação: Maria Elice Brzezinski Prestes	*Coordenação*: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Maria Elice Brzezinski Prestes: "Contribuições do uso de História da Biologia na formação de professores: concepções de licenciandos sobre a delimitação do conhecimento científico".	Heloisa Allgayer: "O princípio da seleção natural na obra *Origem das espécies:* Uma análise em busca de sua função e significado".
Elaine Nabuco de Araújo; Ana Maria Andrade Caldeira; Paloma Rodrigues da Silva; Graça S. Carvalho: "Evolução e religião: concepções de professores brasileiros e portugueses em formação e em exercício".	Lilian Al-Chueyr Pereira Martins: "O que teria levado Darwin a aceitar a herança de caracteres adquiridos durante toda sua vida?"
Eduardo Crevelário de Carvalho: "A controvérsia sobre a geração espontânea entre Needham e Spallanzani".	Gerda Maisa Jensen: "Uma dificuldade especial para Darwin: a origem dos órgãos elétricos dos peixes".

10h30 – 10h50 – *Coffee break*

10h50 – 12h10 – Mesa Redonda (Auditório): "A História e Filosofia da Biologia no Ensino de Ciências"

Coordenação: Ana Maria de Andrade Caldeira

Maria Elice B. Prestes (USP):
"Modelos para a História da Ciência no Ensino"

Lilian Al-Chueyr P. Martins (USP/RP):
"História da Ciência no Ensino: métodos e abordagens"

Ana Maria de Andrade Caldeira (UNESP/Bauru):
"Ensino de Biologia: A experiência do Grupo de Pesquisas em Epistemologia da Biologia"

12h00 – 14h00 – ALMOÇO

14h00 – 15h00 – Conferência (Auditório)

Coordenação: Felipe Faria

Maurício de Carvalho Ramos:
"A substancialidade da vida vegetal: Leibniz, Digby e a palingênese"

15h00 – 15h30 – *Coffee break*

15h30 – 18h10 – Sessões paralelas

Sala A	**Sala C**
Coordenação: Fernanda da Rocha Brando Fernandez	*Coordenação*: Maxwell Morais de Lima Filho
Viviane Arruda do Carmo: "Wallace, Sclater e os modelos de distribuição biogeográfica".	Luciana Pesenti; Luciana Luz Rabinovich: "La crítica a la distinción cualitatativo/cuantitativo de Levins en el contexto de una historia de la filosofía de las ciências".
Fernanda da Rocha Brando Fernandez; Lilian Al-Chueyr Pereira Martins: "O lago como objeto de investigação ecológica, uma contribuição: Stephen A. Fobes (1887)".	Maxwell Morais de Lima Filho: "Searle sobre a identidade dos poderes causais do cérebro e da consciência".
Arthur Henrique de Oliveira: História das mudanças climáticas antropogênicas: de Fourrier ao IPCC".	Francisco Javier Serrano Bosquet: "Warren Weaver: presupuestos epistemológicos y axiológicos en la dirección de la División de Ciencias Naturales de la Fundación Rockfeller".

18h10 – 19h00 – Assembléia da ABFHiB

9 DE AGOSTO DE 2013 – SEXTA-FEIRA

09h00 – 10h20 – Sessões Paralelas

Sala A	Sala C
Coordenação: Sandra Caponi	*Coordenação*: Gustavo Caponi
Ricardo Waizbort: "O cérebro progressivo de Domingos Cabral".	Victor X. Marques: "Afinal, o que os genes têm de tão especial? DST como uma teoria materialista do desenvolvimento e da herança".
Sandra Caponi: "El impacto del evolucionismo en los teóricos de la degeneración y en la psiquiatría de Emil Kraepelin".	Luiz Felipe Reversi; João José Caluzi: "A importância de uma pesquisa histórica na proposição de uma síntese estendida".

10h20 – 10h40 – *Coffee break*

10h40 – 12h00 – Conferência (Auditório)

Coordenação: Antonio Carlos Sequeira Fernandes

Nelio Bizzo (USP):

"Saberes do alunado na perspectiva internacional: evolução, natureza e sociedade."

12h00 – 14h00 – ALMOÇO

14h00 – 15h20 – Sessões Paralelas

Sala A	Sala B
Coordenação: Viviane Arruda do Carmo	*Coordenação*: Jerzy Brzozowski
João Paulo Di Monaco Durbano; Lilian A.-C. P. Martins: "Explorando características da ciência na História da Genética: a construção do conceito de *crossing-over*".	Herbert Gomes da Silva; María Elena Infante Malachias: "Organização da vida na perspectiva de Humberto Maturana e Francisco Varella: a autopoiesis".
Lucio Ely Ribeiro Silvério; André Luis Franco da Rocha; Silvia Regina Pedrosa Maestrelli: "A circulação intercoletiva de ideias e a recontextualização do conceito de gene no ensino de Biologia".	Jerzy Brzozowski: "Uma teoria de referência para nomes próprios dos táxons biológicos".

15h20 – 15h40 – *Coffee break*

15h40 – 18h20 – Sessões Paralelas

Sala A	Sala B
Coordenação: João José Caluzi	*Coordenação*: Waldir Stefano
André Luis de Lima Carvalho: "História da Ética animal e Darwinismo: contribuições e antecipações de Frances Power Cobbe".	Carolina Alves D'Almeida: "A importância do diálogo entre ciência, ecologia e espiritualidade frente à crise ecológica atual".
Fernando Moreno Castilho: "Darwin e a ascendência do homem a partir de um ancestral primitivo comum na *Origem do homem* e na *Expressão das emoções no homem e nos animais*".	Daiane Martins Freitas: "Carl von Martius: as contribuições históricas para a etnobotânica".
Guilherme Francisco Santos: "Investigações sobre o conceito de Monera de Ernst Haeckel".	Daniel Dutra Coelho Braga: "Colecionismo, o princípio da vida na obra de Charles Gaudichaud-Beaupré (1789-1854): configurações e controvérsias no campo da Botânica no século XIX".

18h20 – ENCERRAMENTO DO ENCONTRO

Conferência de Abertura

Prof. Dr. Eric Buffetaut
Diretor de Pesquisas do *Centre National de la Recherche Scientifique*
Laboratoire de Géologie de l'Ecole normale supérieure – Paris

"Albert Gaudry, or how to be an evolutionary paleontologist while rejecting natural selection"

Albert Gaudry (1827-1908) was one of the leading palaeontologists in 19th century France. He spent most of his career at the Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris, where he held the chair of palaeontology for many years, and worked extensively on fossil vertebrates (especially mammals and early tetrapods). Gaudry is widely recognized as one of the first palaeontologists to have accepted evolution, and indeed as early as the beginning of the1860s, thus only a few years after the publication of Darwin's *Origin of Species*, he tried to interpret his palaeontological discoveries in evolutionary terms. He has therefore sometimes been considered as an early exponent of "Darwinian palaeontology" (Tassy, 2006). However, it is very clear from Gaudry's writings that, although he fully accepted evolution, his conception of the mechanism of evolutionary change was very different from Darwin's, for the simple reason that he never accepted natural selection and strongly rejected any idea of a "struggle for life". The aim of this paper is to examine Gaudry's position concerning evolution, in relation to Darwin's conceptions.

Gaudry became famous as a palaeontologist at the end of the 1850s, when he conducted large-scale excavations (from 1855 to 1860) in the continental Miocene of Pikermi, near Athens (Greece). There, he found very abundant and well-preserved mammal remains, which permitted a detailed reconstruction of the Late Miocene fauna of Greece. After a series of preliminary papers, mainly in the *Bulletin de la Société géologique de France*, Gaudry published a large monograph on the fossil animals and geology of Attica, which appeared from 1862 to 1867 and made him famous in the palaeontological community. Beyond the careful, well illustrated descriptions, Gaudry's work on the Pikermi fauna was remarkable because he clearly interpreted his finds in evolutionary terms. From this point of view, he obviously was one of the first palaeontologists to unhesitatingly embrace evolution in the wake of Darwin's publication of the *Origin of Species* in 1859. Another well-known example, in the field of invertebrate palaeontology, is that of Franz Hilgendorf's work on freshwater molluscs from the Miocene of Steinheim (Germany), published in the 1860s.

From then on, Gaudry's palaeontological research was carried out with-

in an explicitly evolutionary framework, whether he studied Tertiary mammals or Permian tetrapods. In his great work, *Les Enchaînements du Monde Animal* (three volumes, published in 1878, 1883 and 1890) he attempted a large-scale reconstruction of the evolutionary history of the animal world, and in his last book, *Essai de Paléontologie Philosophique* (1897), he tried to draw more general conclusions about the evolution of the living world and its possible mechanisms (or causes).

In his books, he made frequent use of illustrations showing the transformations of various organs (mainly bones and teeth) through geological time.

Gaudry's conceptions were frequently expressed in the form of diagrams which are reminiscent of Darwin's well-known theoretical "phylogenetic tree" showing the branching and development of hypothetical species through time, in the *Origin of Species*. Gaudry used a similar graphical design to illustrate his views on the evolution of various groups of mammals, among which hyenas, proboscideans and horses. In the 1860s, at a time when most of the leading palaeontologists in France (such as Gervais and d'Archiac) were opposed to evolution, Gaudry's position was innovative, almost revolutionary. The question, however, is to what extent Gaudry can really be considered as a *Darwinian* palaeontologist. According to Tassy (2006), the main point in this respect is that Gaudry followed Darwin's programme of research on the genealogy of species, using fossils to reconstruct lineages, and that this makes him a Darwinian palaeontologist. However, one of the essential points of Darwin's work is that he proposed a *mechanism* (natural selection) for evolution and that, unlike those proposed by earlier evolutionists such as Lamarck and Geoffroy Saint-Hilaire, this mechanism was considered as convincing by a growing number of scientists, thus contributing greatly to the eventual acceptance of evolution by the scientific community. From this point of view, Gaudry, who never accepted natural selection, can hardly be considered as a Darwinian palaeontologist.

Gaudry's attitude towards natural selection can be reconstructed from many remarks in his scientific and semi-popular writings, as well as from what is known of his correspondence with Darwin. He had read (and annotated) the French edition of the *Origin of Species* and clearly was impressed by the book and convinced by much of Darwin's argumentation. He wrote that he had read Darwin's book with "a passionate admiration", "as one sips a delicious liqueur". He repeatedly expressed his admiration for Darwin as a great scientist whose contribution to science had been of the utmost importance. Nevertheless, he also acknowledged that "in some respects, he had always been far from Charles Darwin's philosophical ideas".

Darwin's philosophical idea that Gaudry found difficult to accept was the most essential of all his ideas, natural selection. For Gaudry, natural

selection, or struggle for existence (which he called “concurrence vitale”), basically meant disorder, and he was extremely reluctant to admit that disorder could ever have ruled the natural world. In concluding remarks about his researches at Pikermi, he asked a rhetorical question:

> What happened to so many powerful quadrupeds when they faced each other? Were they obliged, to survive, to accept this trial that an eminent naturalist [Darwin] has called struggle for existence? Was there disorder, was there harmony?.

His answer was unequivocal:

> Thus there was no struggle for existence, everything was harmonious, and he who today regulates the distribution of living beings similarly regulated it in past ages.

Gaudry was not the only one, in those days of “nature red in tooth and claw”, to understand natural selection in terms of fierce and chaotic struggle. Darwin himself noted Gaudry’s misunderstanding and mildly pointed it out to him in a letter dated 17 September 1866:

> I received some time ago your kind present of your Considerations Générales de Pikermi; but I have delayed thanking you until I had time to read your work. I have now done so with the greatest possible interest. Your observations on many points, especially on the various intermediate fossil forms, seem to me most valuable; & I formerly read with great interest some of your memoirs in the Bull. Soc. Geolog. de France, especially that on fossil monkeys. I will venture to make one little criticism, namely that you do not fully understand what I mean by “the struggle for existence”, or concurrence vitale; but this is of little importance as you do not at all accept my views on the means by which species have been modified.
>
> With my sincere appreciation of the value of you paleontological discoveries, & with my thanks for your obliging present.

There was no doubt in Darwin’s mind that Gaudry misunderstood what was meant by “struggle for existence”. Darwin also clearly realized that although the French palaeontologist accepted the evolution of species, they completely disagreed about the mechanisms of evolutionary change.

In a letter to Darwin written in 1866, Gaudry professed to be uninterested in those mechanisms, in terms that were both flattering and subtly critical:

> As to the explanations for the transformations, I avoid investigating them, because such a difficult topic can only be studied by a naturalist such as you, with a considerable experience and a very broad knowledge. I shall even confess that when I study embryogenesis and see that there are many causes of which God alone knows the secret, I think that, both in the evolution of

> species and in the embryogenesis of individuals, there are causes that the greatest geniuses cannot discover.

Although he claimed to avoid speculations about causes, Gaudry made no mystery about the means by which, according to him, species became modified through geological time. In the conclusions to his work on the fossil animals from Pikermi (1866), he both rejected chance and struggle as possible causes for the transformation of species and clearly expressed his belief in divine intervention:

> Whatever the mode through which animals have been renewed, what is certain is that no modification has been due to chance. My researches have shown that, in the geological past, Greece was not a scene of struggle and disorder; everything there was in harmony. If we recognize that organized beings have gradually been transformed, we shall regard them as plastic substances an artist chose to knead through the huge course of the ages, sometimes lengthening, sometimes widening or diminishing, like a sculptor who, with a piece of clay, produces a thousand shapes, following the impulse of his genius. But we shall not doubt that that the artist who kneaded was the Creator himself, because each transformation has borne a reflection of his infinite beauty.

In these concluding remarks, Gaudry expresses clearly both his acceptation of the transformation of species through evolution and a spiritual, even mystical, interpretation of this evolution. For him, the evolution of species is directly driven by God, and this naturally results in a natural world that remains harmonious despite its transformations. This highly spiritual view of evolution explains why Gaudry could not accept natural selection, especially as he understood it, viz. as chaotic struggle. Hence his recurring insistence on "harmony" as opposed to "disorder". Gaudry's view of evolution is thus slightly Panglossian: "all is for the best in the best of possible worlds". In such an idyllic conception, there was obviously no place for the struggle for existence and its unpleasant expressions: for Gaudry, carnivores fed on herbivores to put an end to their sufferings when they grew old.

Together with this rather naïve view of the living world, Gaudry developed a broader and optimistic view of evolution as progress, which he clearly expressed in his *Essai de Paléontologie Philosophique*, in which carefully chosen fossils illustrated the progress of various functions of living beings (such as activity, sensibility, intelligence) through geological time. This of course was an expression of divinely led progress, leading to the human spirit, the "marvel of Creation". This could not possibly be reconciled with Darwin's idea of the struggle for existence. In his last book, Gaudry reiterated his fundamental opposition to this concept:

> It has been said that the living beings of the various geological ages have fought each other in struggles where the stronger vanquished the weaker, so

> that the battlefield was left to the fittest; thus progress would be the result of the fights and sufferings of the past. This is not the idea which emerges from the study of palaeontology. The history of the living world shows us an evolution where everything is combined as in the successive transformations of a seed which becomes a magnificent tree covered with flowers and fruits, or an egg which transforms itself into a complicated and charming creature.

A constant feature of Gaudry's writings, from his first papers on the fossil mammals from Pikermi in the 1860s to his openly philosophical considerations of the 1890s, is thus an explicit opposition to natural selection. This opposition may have been partly based on a misunderstanding of that essential Darwinian concept, as Darwin himself suspected. Nevertheless, as Darwin also noted, beyond this faulty understanding of what natural selection is, Gaudry's general conception of evolution as directly and continuously led by God (as clearly expressed in *Essai de Paléontologie Philosophique*) could hardly be reconciled with the Darwinian paradigm. Although there is no doubt that Gaudry was among the first palaeontologists to try to reconstruct evolutionary lineages on the basis of fossils, and thus played a major part in the development of evolutionary palaeontology in France, it therefore seems difficult to portray him as a *Darwinian* palaeontologist.

A final aspect of Gaudry's contribution to evolutionary palaeontology is his possible influence on later palaeontologists, especially in France. Gaudry's successor at the Paris Museum, Marcellin Boule (1861-1942), apparently did not share his religious conceptions, and Boule's rival in Lyon, Charles Depéret (1854-1929), although he wrote extensively on evolution, tried to steer clear of speculation. However, some 20th-century palaeontologists trained at the Paris Museum, such as Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) and Jean Piveteau (1899-1991), expressed ideas that may have been partly influenced by Gaudry's conception of a divinely guided evolution. In particular, Teilhard's highly mystical conceptions about the evolution of life and man in some respects echo Gaudry's ideas about an evolutionary progress led by divine action.

In conclusion, Gaudry's influence on the subsequent development of palaeontology (especially French palaeontology) can probably be seen from two angles. From a purely factual point of view, he definitely was one of the first to try to reconstruct evolutionary lineages on the basis of fossils, and must therefore be considered as an influential pioneer in evolutionary palaeontology - whether his phylogenetic reconstructions were correct or not. From a more theoretical point of view, things are different: Gaudry never accepted the essential mechanism proposed by Darwin to explain evolution, viz. natural selection. The concept of struggle for life was abhorrent to him, because he was convinced that the living world was harmoniously ruled by

a benevolent God, who continuously and directly led evolutionary change. Gaudry's view of evolution was clearly not that of Darwin and his followers, and it therefore seems difficult to really consider him as a Darwinian palaeontologist. Moreover, Gaudry's influence may at least in part explain the development in France, during the 20th century, of an evolutionary palaeontology that was not Darwinian in the causes and mechanisms it accepted, and is exemplified by Teilhard de Chardin's conceptions.

Trabalhos

Breve Histórico da Anatomia no Brasil

Ana Carolina Biscalquini Talamoni
Membro do Grupo de Pesquisa em
Epistemologia da Biologia da UNESP-Bauru
carolinatalamoni@gmail.com

Resumo: A história da Anatomia Humana, e mais especificamente, de sua pesquisa e ensino no Brasil é um tema que tem sido pouco explorado academicamente. Com isto, observa-se a quase inexistência de uma visão mais abrangente do percurso da Anatomia contextualizada pelas contingências nacionais, o que tem gerado uma série de inseguranças entre os pesquisadores que buscam aprofundar-se nesta temática, inclusive porque muitos dos dados disponíveis e frequentemente invocados nem sempre se apresentam suficientemente apurados. A partir destas constatações, define-se o objetivo deste trabalho: retraçar o desenvolvimento da disciplina anatômica, de sua pesquisa e ensino no contexto paulista e nacional – em muito sintetizada pela ação da autoproclamada Escola Boveriana de Anatomia fundada pelo médico italiano Alfonso Bovero, por ocasião da fundação da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

A história da Anatomia Humana, sua pesquisa e ensino no Brasil é um tema que tem sido pouco explorado academicamente. A partir desta constatação, o objetivo deste trabalho é retraçar o desenvolvimento da disciplina anatômica no contexto paulista e nacional – em muito sintetizada pela ação da auto-proclamada Escola Boveriana de Anatomia fundada pelo médico italiano Alfonso Bovero, por ocasião da fundação da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Para isto, é necessário ir buscar no contexto europeu as bases da formação intelectual de Alfonso Bovero, e, em seguida, voltar-se para o contexto nacional mais amplo, já que os representantes da Escola Boveriana também incorporaram um movimento político-acadêmico que, ao tentar tornar hegemônicas as suas concepções de pesquisa e ensino, buscou disseminar-se no âmbito das instituições médico-biológicas de outros estados brasileiros.

No transcorrer do século XVIII a pesquisa e o ensino de Anatomia em Portugal mostravam-se precários, o governo português, de tempos em tempos, proibia a dissecação de cadáveres humanos para fins de instrução dos alunos de medicina, o que impunha a contratação de anatomistas franceses e italianos pelas escolas médicas. No ambiente brasileiro, a carioca Academia de Seletos tem sido indicada como o local onde se realizaram os primeiros estudos de Anatomia. No plano do ensino, destacou-se a trajetória de João Álvares Carneiro que em 1790, ingressou como aprendiz na Santa Casa do

Rio de Janeiro. Lá, foi aluno do cirurgião-mor Antonio José Pinto, a quem se atribui o pioneirismo de lecionar o primeiro curso de Anatomia na corte e provavelmente em todo o Brasil (Santos Filho, 1977, p. 294). Ainda no final do século XVIII, a Anatomia Humana era ensinada no Hospital Militar de Vila Rica por Antonio José Vieira de Carvalho, cirurgião do Regimento de Cavalaria das Minas Gerais (Aires Neto, 1948, p. 78-9).

Com a transferência da corte portuguesa para o Brasil, em 1808, foram criadas a Escola de Cirurgia do Hospital Militar e a escola médica do Hospital Militar do Morro do Castelo, no Rio de Janeiro, favorecendo-se o ensino sistemático de Anatomia como condição para a prática médica em geral e da cirurgia em especial. Nesse âmbito, é preciso notar que as duas escolas médicas criadas pela corte portuguesa foram orientadas pela vertente francesa da medicina, que priorizava o atendimento do paciente "a beira do leito", dando impulso a uma formação de médicos destinados ao exercício da clínica. Neste contexto a Anatomia era então uma disciplina-ponte e não um campo disciplinar autônomo. Em âmbito global, a tendência francesa contrapunha-se à abordagem anatomoclínica emblematizada pela medicina germânica, fortemente influenciada pelas pesquisas laboratoriais e cuja ascendência no Brasil terá como símbolo maior a Faculdade de Medicina de São Paulo, inaugurada na segunda década do século XX.

O médico italiano Alfonso Bovero nasceu no Piemonte em 1871, obteve seu diploma na escola médica da Universidade de Turim. Empenhou-se em desenvolver trabalhos correlatos ao estudo da morfologia cerebral, antropologia criminal e teratologia, sendo uma de suas contribuições mais significativas, no que tange à prática anatômica, o aperfeiçoamento da técnica de emprego da glicerina para a fixação de peças anatômicas. (Lacaz, 1986). Aprimorou seus conhecimentos na Alemanha durante os anos de 1897 e 1898, trabalhando no *Anatomish-biologisches Institut* de Berlim; estudou Anatomia com Heinrich W. von Waldeyer e Histologia e Embriologia com Oskar Hertwig (Lacaz, 1989, p. 66). Sua opção por prosseguir os estudos na Alemanha deu-se porque lá se encontravam os principais centros de pesquisa na área, e também porque lá ressurgia com vigor a Anatomia Comparada, vertente que contava com raros especialistas na Itália. No plano epistemológico, a linhagem germânica da Anatomia guardava clara influência da teoria darwiniana e visava, sobretudo, o desenvolvimento de pesquisas instrumentais e experimentais que superavam a clássica vertente descritiva que até então prevalecera nesta disciplina.

A formação em Anatomia que se solidificou no encontro da tradição italiana e germânica granjeou reputação a Bovero, motivo que levou Arnaldo Vieira de Carvalho a convidá-lo a ocupar o cargo de lente de Anatomia e Fisiologia na Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo, criada em 1913 (Marinho, 2006) como parte de um projeto maior que pretendia levar

para São Paulo médicos e cientistas europeus com o objetivo de impulsionar novas áreas de pesquisa (Salles, 1997, p. 118-9). A vinda de pesquisadores estrangeiros contribuiria para fazer da "Casa de Arnaldo" e do cenário acadêmico paulistano um local de produção de conhecimentos consoante com os propósitos da capital paulista de se modernizar, constituindo-se no *locus* privilegiado de desenvolvimento científico-intelectual, econômico e social do país (Motta, 2005, p. 167).

Bovero deu sua aula inaugural em 25 de abril de 1914. Sua missão em São Paulo era não só lecionar sua especialidade, mas organizar o departamento de Anatomia da jovem escola médica, inaugurando um novo período do ensino e da pesquisa na área, a qual tem sido denominada de "fase boveriana da Anatomia brasileira" (Montes, 2009, p. 28; Lacaz, 1989, p, 66). A tarefa de maior destaque de Bovero foi no campo do ensino, e dos princípios que o subjazem. Na perspectiva boveriana, o ensino pautava-se no equilíbrio entre o conhecimento básico, tradicional da disciplina, e os conhecimentos contemporâneos derivados das pesquisas recentes, aliando docência e pesquisa (Liberti, 2010). Com isto passava a ser rejeitado o modo de ensino de Anatomia até então praticado no país, no qual o estudante tinha pouco acesso direto aos cadáveres e ralo incentivo para a pesquisa. No plano curricular, a Anatomia passou a constituir-se em uma disciplina do ciclo básico na formação médica, exigindo dos estudantes um novo grau de desempenho e competência, além de um aumento considerável na carga horária.

Durante sua permanência no Brasil, Bovero e seus alunos desenvolveram um número significativo de pesquisas. Em 1937, com sua morte, já se preconizava a existência de uma "escola boveriana" em São Paulo (Tavano, 2010; Didio, 1986) que, aliando ensino e pesquisa contrapunha-se assim à prática anatômica preconizada no Rio de Janeiro e em Salvador. A proposta de ensino e pesquisa inaugurada por Bovero mostrou-se inovadora no contexto brasileiro, porém, um olhar mais minucioso acerca de suas prerrogativas insinua que o seu modelo fora semelhante ao empreendido por Mondino no século XIV e Vesalius, no século XVI, considerados os "reformadores" da anatomia e que, ao darem prioridade à prática da dissecação e ao uso de compêndios e livros textos instauraram um método tradicional de ensino e pesquisa que caracterizam a disciplina anatômica.

Referências Bibliográficas:

AIRES NETO, J. O ensino de anatomia no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, 12 (33): 78-94, jan./ago, 1948.

DIDIO, L. J. A. *Biografia do Professor Renato Locchi: um gigante das ciências anatômicas.* Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 1986.

LACAZ, C. S. *Ensaios médico-sociais*. São Paulo: Fundo Ed. Byk, 1986.

_____. *Médicos italianos em São Paulo: trajetória em busca de uma nova pátria.* São Paulo: Aquarela, 1989.

LIBERTI, E. A escola anatômica de Bovero: de onde veio, para onde vai? *O anatomista*, São Paulo, 1, jan. 2010. Disponível em: <http://sbanatomia.org.br/oAnatomista.php>. Acesso em: 21 set. 2010.

MARINHO, M. G. S. M. C. *Trajetória da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo: aspectos históricos da "Casa de Arnaldo"*. São Paulo: FMUSP, 2006.

MONTES, M. A. de A. *Reflexões sobre o ensino de anatomia humana: subsídios para pensar sobre propostas de ensino-aprendizagem.* Rio de Janeiro, 2009. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz.

MOTTA, A. A Casa de Arnaldo. Pp. 167-210, *in*: MOTTA, A. *Tropeços da medicina bandeirante:* Medicina paulista entre 1892-1920. São Paulo: Edusp, 2005.

SALLES, M. R. R. O caráter da inserção profissional em São Paulo. Pp. 93-148, in: SALLES, M. R. R. *Médicos Italianos em São Paulo (1890-1930): um projeto de ascensão social*. São Paulo: Sumaré/FAPESP, 1997.

SANTOS FILHO, L. de C. *História geral da medicina brasileira*. São Paulo: Hucitec, 1977.

TAVANO, P. T. *Onde a morte se compraz em auxiliar a vida: a trajetória da disciplina de anatomia humana no currículo médico da primeira faculdade oficial de medicina de São Paulo – período de Renato Locchi (1937-1955).* São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

História da Ética Animal e Darwinismo: contribuições e antecipações de Frances Power Cobbe

André Luis de Lima Carvalho
Colaborador do Laboratório de Avaliação de Ensino e Filosofia das Biociências (LAEFIB-IOC-FIOCRUZ)
acbiopsi@yahoo.com.br

Resumo: Embora o campo da Ética Animal conte com discussões acadêmicas significativas no Brasil, a história desse campo ainda é pouco investigada em nosso país. Vindo ao encontro dessa necessidade, o presente trabalho discute algumas contribuições e antecipações de Frances Power Cobbe - a mais influente e aguerrida antivivisseccionista vitoriana – para os debates atuais em Ética Animal. Liderando a Victoria Street Society, então a principal organização antivivisseccionista na Inglaterra e no mundo, Cobbe contribuiu para conquistas políticas na

regulamentação da vivissecção em seu país. Jornalista e escritora prolífica, publicou inúmeros artigos de crítica à vivissecção. Uma vez que Charles Darwin e seus aliados apoiavam a prática da vivissecção, Cobbe se tornou uma adversária ferrenha da fisiologia experimental e do darwinismo. Recorrendo à tese darwinista da *origem comum* entre animais e humanos, Cobbe afirmava a sensibilidade do animal darwiniano e a imoralidade da experimentação animal, apontando a incoerência ética em que os darwinistas incorriam ao defender a legitimidade da vivissecção. Além disso, Cobbe antecipou importantes conceitos e argumentos atuais da Ética Animal, como os de 'Comunidade Moral' e 'Especismo', além da defesa do *status* de pessoas (em oposição ao de coisas) para os animais não-humanos, conforme será demonstrado na apresentação desse trabalho.

Embora o campo disciplinar da 'Ética Animal' somente receba essa denominação a partir da década de 1970 (Ryder, 1989), já existiam discussões acerca de legitimidade moral da exploração dos animais pelos humanos desde o século XVII, quando Henry More, em 1648, teria dito a René Descartes que considerava 'assassina' a doutrina deste, por justificar a matança indiscriminada de animais (Thomas, 2001, p. 42). A Inglaterra, por sua tradição de país de amantes de animais, sempre esteve à frente desses debates (French, 1975; Ryder, 1989). Na segunda metade do século XIX, com o advento do darwinismo, a História Natural sofria um processo de secularização, que incluiu o florescimento da Biologia e, mais especificamente, da Fisiologia Experimental. Entusiasta e promotor do avanço da ciência, Charles Darwin, com a ajuda de aliados como Thomas Huxley e George Romanes, apoiou a plataforma política dos fisiologistas experimentais britânicos, que tinha como ponto central a legitimação da prática da vivissecção (experimentação animal) (French, 1975). Assim, Darwin entrou em rota de colisão com uma importante atora social da Inglaterra vitoriana, até então sua amiga e interlocura intelectual: a jornalista Frances Power Cobbe.

A teoria darwinista da origem comum (common descent, em inglês) foi apresentada ao mundo com a publicação do Origin of Species, em 1859 (Darwin, 1859). Segundo essa teoria, unanimemente aceita pelos biólogos atuais, há uma relação de continuidade biológica entre a espécie humana e os demais animais. Ao publicar, posteriormente, The Descent of Man o evolucionista explicitava que essa continuidade não seria apenas física, mas também mental (Darwin, 1871). Hoje a tese darwinista da origem comum é amplamente usada na argumentação de autores contemporâneos da Ética Animal, pois essa relação de continuidade biológica implica a existência de semelhanças entre os humanos e os (outros) animais em suas experiências de sofrimento físico e emocional (Midgley, 1985; Rachels, 1998; Regan, 1983; Singer, 2002). Muito antes disso, na Inglaterra vitoriana não foram poucos os antivisseccionistas que recorreram a esse mesmo argumento para apontar a contradição em que incorriam Darwin e seus aliados. Afinal, es-

tes, por um lado, defendiam um programa de pesquisa que, ao evidenciar o parentesco com os humanos e a complexidade mental dos animais, expandia seu status moral; por outro lado, lutavam pela legitimação da vivissecção, prática que, na visão dos antivivisseccionistas, era aviltante e causadora de extremo sofrimento (Carvalho e Waizbort, 2012). Dentre esses críticos das contradições éticas e políticas do darwinismo destacou-se, por seus textos e atuação social, Frances Power Cobbe. O presente trabalho visa demonstrar a importância histórica dessa autora e ativista social não apenas em função de suas contribuições em termos de mobilização do cenário político vitoriano, mas também de seus argumentos, muitos dos quais consistiam em antecipações - ignoradas pela historiografia – de conceitos e teses empregados por eticistas atuais em defesa dos interesses animais.

As discussões atuais em Ética Animal abrangem diversas questões: indústrias de pele e cosméticos; alimentação carnívora; uso de animais em circos e seu aprisionamento em zoológicos, entre outras. Na era vitoriana, contudo, nenhuma outra forma de exploração foi alvo de tanta polêmica quanto a vivissecção, e a Inglaterra foi o primeiro país no qual esse debate floresceu, e onde teve maior proeminência. Dentre as organizações antivivisseccionistas inglesas a maior e mais atuante era a Victoria Street Society, encabeçada e administrada por Frances Cobbe (French, 1975, p. 222). Cobbe era, portanto, a mais destacada antivivisseccionista da Europa e do mundo na segunda metade do século XIX, e eventuais contribuições do movimento antivivisseccionista vitoriano para com as conquistas políticas e discussões atuais relativas à vivissecção devem algo a essa personagem. Combatendo vigorosamente essa prática, Cobbe se tornou a maior adversária individual do avanço da fisiologia experimental e uma das maiores críticas do darwinismo – menos por questões epistemológicas do que pelas escolhas políticas de Darwin e aliados, especialmente no que se referia à vivissecção.

Além de lançar mão da teoria darwiniana da origem comum para defender a sensibilidade dos animais, apontando as contradições em que incorriam os darwinistas, ao apoiar a experimentação animal (Cobbe, 1874; 1889;1895), Cobbe articulou ideias que parecem antecipar alguns conceitos e argumentos presentes nas discussões atuais da Ética Animal. Um deles se refere à noção atual de ‘comunidade moral’, uma rede de seres com os quais reconhecemos ter uma conexão ética, em decorrência das demandas de justiça, dos laços de compaixão ou de um senso de obrigação (Spohn, 1996). A esse respeito, Cobbe observa que existe “uma linha demarcatória, fora da qual os sentimentos ternos não se estendem, e as obrigações morais relativas a tais sentimentos, consequentemente, não se aplicam”, e defende que com o processo civilizatório a humanidade avança em direção a um progresso em extensão da simpatia, “da Tribo à Nação, da Raça Humana ao

todo da Criação senciente" (Cobbe, 1874).

Em 1970 o psicólogo britânico Richard Ryder cunhou o termo especismo (speciesism), como analogia ao racismo, para criticar a exclusão dos animais da comunidade moral por não pertencerem à espécie humana (Ryder, 1989: 328). Esse termo se revelaria de grande importância para as discussões posteriores em Ética Animal. Nessa chave, nota-se que, em The Moral Aspects of Vivisection, Cobbe critica uma frase de Thomas Huxley, que afirmou que não hesitaria em sacrificar uma "hecatombe de cães" em prol de um único humano. A autora considera essa atitude incoerente com a hierarquia de valores que deveria se esperar dos defensores do darwinismo, e afirma que a frase de Huxley reflete a manifestação de um "egoísmo racial" ('raça', aqui, tendo o sentido de espécie) sem fundamentos éticos sólidos. (Cobbe, 1889, p. 14).

Outra questão atual significativa é a atribuição do status de pessoas aos animais (Francione, 2008; Midgley, 1985; Singer, 2002). Cobbe não fazia uso costumeiro desse recurso, mas não hesitou em responder a um prelado jesuíta, o padre Rickaby. "Os brutos", dissera Rickaby, "não possuem compreensão e, portanto, não sendo Pessoas, não podem ter quaisquer direitos". Contra tal argumento Cobbe replica que a ciência tem demonstrado que os animais "possuem uma certa medida de Compreensão", de modo que "eles devem, em uma certa medida, ser considerados Pessoas, e têm por consequência uma certa medida de direitos" (Cobbe, 1895, p. 5). Esse discurso de Cobbe, recorrendo à oposição kantiana entre pessoas e coisas, e defendendo que os animais estariam na categoria de pessoas, e não na de coisas, antecipava, assim, em quase um século um texto da filósofa Mary Midgley, com o mesmo tipo de linha argumentativa (Midgley, 1985).

Articulando vários argumentos e conceitos que até hoje têm validade nos debates éticos, Frances Power Cobbe se revela, assim, uma autora que ainda não recebe a devida atenção no Brasil, cujo meio acadêmico já desenvolve discussões significativas no campo da Ética Animal, mas que pouco conhece da história desse campo.

Referências Bibliográficas:

CARVALHO, André Luis de Lima; WAIZBORT, Ricardo. Os mártires de Bernard: a sensibilidade do animal experimental como dilema ético do darwinismo na Inglaterra vitoriana. *Scientia Studia* 10 (2): 355-400, 2012.

COBBE, Frances Power . Heteropathy, Aversion, Sympathy. *The Theological Review: a quarterly journal of religious thought and life*, 11 (44): 1-35, jan. 1874.

———. *The Modern rack – papers on vivisection*. London: Swan Sonnensche in & CO, 1889.

———. The ethics of zoophily. Pp. 3-16, in: COBBE, Frances Power. *On jesuit doctrines concerning the rights of animals.* London: Victoria Street, Westminster, 1895.

DARWIN, Charles Robert. *The origin of species by means of natural selecti on ,or the preservation of favoured races in the struggle for life*. 1ª ed. London: John Murray, 1859.

———. *The descent of man, and selection in relation to sex* 1ª ed.. London: John Murray, 1871.

FRANCIONE, Gary. *Animals as persons: essays on the abolition of animal exploitation.* New York: Columbia University Press, 2008.

MIDGLEY, Mary. Persons and non-persons. Pp. 52-62, in: SINGER, Peter (ed), *In defense of animals*. New York: Basil Blackwell, 1985.

RACHELS, James. *Created from animals: the moral implications of darwinism.* London: Oxford University Press, 1998.

REGAN, Tom. *The case for animal rights.* California: University of California Press, 1983.

SINGER, Peter. *Vida ética*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

SPOHN, WILLIAM. Who counts?: images shape our moral community. *Issues in Ethics*, **7** (2), 1996. Disponível em: http://www.scu.edu/ethics/publications/iie/v7n2/spohn.html. Acesso: 13 de junho de 2008.

THOMAS, Keith. *O homem e o mundo natural: mudanças de atitudes em relação às plantas e aos animais (1500-1800).* São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

Manuel Aires de Casal, o beemote de Jó e o registro das ocorrências fossilíferas brasileiras no início do século XIX

Antonio Carlos Sequeira Fernandes
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional.
Bolsista de Produtividade do CNPq e Sócio Correspondente Brasileiro da Academia das Ciências de Lisboa.
fernande@acd.ufrj.br

Felipe Faria
Pós-Doutorando do Programa de Pós Graduação em Filosofia
Universidade Federal de Santa Catarina
felipeafaria@uol.com.br

Miguel Telles Antunes
Academia das Ciências de Lisboa
CICEG, Universidade Nova de Lisboa

migueltellesantunes@gmail.com

Resumo: As duas últimas décadas do século XVIII e o início do século seguinte foram marcados pelas notícias da existência de gigantescas ossadas de uma fantástica animália que teria habitado as terras de Minas Gerais e do Nordeste do Brasil. Desta última região, duas localidades, Rio de Contas, na Bahia, e Pão de Açúcar, em Alagoas, foram mencionadas por Manuel Aires de Casal em sua obra Corografia Brasílica, de 1817. Nesta obra, apesar de reunir informações sobre as diversas regiões do Brasil, Aires de Casal não fez referências às ocorrências fossilíferas já documentadas e conhecidas pelas populações locais. Este fato corrobora a sugestão de que Aires de Casal era mais um excelente rebuscador de arquivos e bibliotecas do que um viajante atencioso às riquezas naturais do território brasileiro. Como homem culto, soube tecer considerações sobre as ossadas, interpretando-as como representantes de elefantes extintos que teriam habitado o sertão nordestino.

O registro documentado de fósseis no território brasileiro ocorreu somente a partir da segunda metade do século XVIII, sendo poucas as referências a possíveis achados antes desse período, como por exemplo as ocorrências registradas por Gabriel Soares de Sousa (1540s-1591), referentes à "cascas de ostras e de outro marisco", que na verdade são rochas holocênicas cujo conteúdo conchífero é por vezes considerado como fossilífero por estar preservado em um corpo lítico (Sousa, 1938, p. 420) e as ocorrências registradas por Ambrósio Fernandes Brandão (1555-?), referentes às concreções de âmbar-gris encontradas no litoral do Nordeste, que por sua vez não passam de uma substância gordurosa produzida no aparelho digestivo de cachalotes (*Physeter macrocephalus*) que, após ser eliminada, é levada pelas correntes aos litorais dos continentes e então depositada nas praias e que na época eram interpretadas como material fossilizado (Brandão, 1997, p. 114-115 e p. 186).

Este jejum de registros documentados somente começou a ser quebrado nas últimas décadas do setecentos com o encontro de ossadas de grande porte que, por seu tamanho colossal e semelhança às ossadas de elefantes atuais, desconhecidos no território brasileiro, despertaram a curiosidade de naturalistas e autoridades provinciais que encaminharam alguns dos achados a Portugal, registrados em ofícios que os acompanhavam (Lopes, 2005; Pataca, 2006). Durante este período e no início do século seguinte surgiram notícias sobre a existência de gigantescas ossadas de uma fantástica animália que teria habitado as terras de Minas Gerais e do Nordeste do Brasil. Desta última região, duas localidades, Rio de Contas, na Bahia, e Pão de Açúcar, em Alagoas, foram mencionadas por Manuel Aires de Casal (1754?-1821?) em sua obra Corografia Brasílica, de 1817.

Dedicando sua vida ao estudo da geografia e história do país, durante sua permanência no Brasil (1796-1821), Aires de Casal coroou seu trabalho

com a obra *Corografia Brazilica, ou Relação Historico-Geografica do Reino do Brazil composta e dedicada a Sua Magestade Fidelissima por hum Presbitero Secular do Gram Priorado do Crato* com Licença e Privilégio Real, primeiro livro publicado no Brasil em dois volumes pela Impressão Régia, em 1817. Nesta obra, apesar de reunir informações sobre as diversas regiões do Brasil, Aires de Casal não fez referências às ocorrências fossilíferas já documentadas e conhecidas pelas populações locais. Mas ainda assim, ao fazer menção somente a informações sobre a ocorrência de fósseis nas duas localidades já citadas, Aires de Casal se tornou, após as publicações dos naturalistas Alexandre Rodrigues Ferreira (1756-1815) e João da Silva Feijó (1760-1824), um dos primeiros autores a registrar numa obra a existência de restos da megafauna pleistocênica no território brasileiro (Ferreira, 1972; Feijó, 1997).

Em virtude da amplitude e escopo das informações da obra, a análise de seu conteúdo pelo historiador e geógrafo, Caio Prado Júnior (1907-1990), levantou considerações sobre a personalidade e a formação cultural de Aires de Casal. Para Prado Júnior (1945, p. IX; 1955, p. 53), Aires de Casal não tinha "vocação ou instinto científico algum", sendo um "simples colecionador e registrador de fatos" não revelando um observador direto. Sobre esta observação, Prado Júnior ressaltou o desconhecimento de que Aires de Casal tenha realizado viagens destinadas à coleta de dados para a redação de seu livro. Ao contrário dos grandes exploradores que percorreram o país, Aires de Casal teria obtido suas informações "em longo e paciente trabalho de pesquisa em textos escritos" sendo "um incansável rebuscador de bibliotecas e arquivos" (Prado Júnior, 1945, p. IX; 1955, p. 53) como os volumes e documentos da Biblioteca Real.

Aires de Casal demonstrou conhecer algumas ocorrências de fósseis de grandes mamíferos, como as da América do Norte, que certamente inteirou-se através da leitura de textos publicados na Europa e na América sobre esses animais na segunda metade do século XVIII, como por exemplo, o trabalho de Louis-Jean-Marie Daubenton (1716-1799) sobre ossadas fósseis descobertas nas margens do rio Ohio, na América do Norte, em 1739, em que discutiu, como Aires de Casal o fez anos mais tarde, assuntos como a extinção e o grande tamanho deste animal, além de incorrer no equívoco de utilizar a denominação de mamute para o animal, da mesma forma que Aires de Casal (Daubenton, 1764, p. 206-7, 217-8 e 229).

Mas ainda que fosse voraz pesquisador de bibliotecas e arquivos, curiosamente, Aires de Casal não utilizou como referência os trabalhos do naturalista francês, Georges Cuvier (1769-1832), que em 1806 descreveu o gênero *Mastodon*, e dirimiu definitivamente a polêmica estabelecida sobre a determinação taxonômica da ossada do "animal de Ohio", como ficou conhecido o fóssil que Daubenton descrevera, a qual já se arrastava há déca-

das (Cuvier, 1806; Rudwick, 1997).

Mesmo assim, ainda encontramos vários fatos importantes para corroborar a sugestão de que Aires de Casal era um excelente rebuscador de arquivos e bibliotecas, como também de que ele não era um viajante atencioso às riquezas naturais do território brasileiro, pois mesmo tendo morado no Ceará no período em que desempenhou a função de sacerdote na cidade do Crato, ele não citou na *Corografia Brasílica* a existência dos fósseis de peixes presentes na chapada vizinha à cidade, bem conhecidos da população local e abordados por João da Silva Feijó, no início do oitocentos.

Entretanto o valor das observações sobre ocorrências fossilíferas feitas na obra de Aires de Casal não pode ser ignorado. Mesmo que limitada em suas observações sobre poucas ocorrências paleontológicas já conhecidas quando de sua redação, ainda assim a *Corografia Brasílica* é um importante marco para a paleontologia brasileira por ser a primeira obra publicada no Brasil com informações sobre os restos dos animais que habitaram o país no passado geológico.

Referências Bibliográficas:

BRANDÃO, Ambrósio Fernandes. *Diálogos das grandezas do Brasil*. 3ª ed. Notas de José Antônio Gonsalves de Mello. Recife: Massangana, 1997.

CUVIER, Georges. Sur le grand Mastodonte, animal trés-voisin de l'éléphant, mais à mâchelières hérissées de gros tubercules, donc on trouve les os en divers endroits des deux continens, et surtout près des bords de l'Ohio, dans l'Amérique Septentrionale, improprement nommé Mammouth par les Anglais et par les habitants des États-Unis. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 8: 270-312, 1806.

DAUBENTON, L-M. Mémoire sur des os et des dents remarquables par leur grandeur. *Histoire de l'Académie Royale des Sciences, année M.DCCLXII*: 206-229, 1764.

FEIJÓ, João da Silva. *Memória sobre a Capitania do Ceará e outros trabalhos*. Ed. Fac-símile. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara (Biblioteca Básica Cearense), 1997.

FERREIRA, Alexandre Rodrigues. *Viagem filosófica pelas capitanias do Grão-Pará, Rio Negro, Mato Grosso e Cuiabá. Memórias: zoologia e botânica*. Brasília: Conselho Federal de Cultura, 1972.

LOPES, Maria Margaret. "Raras petrificações": registros e considerações sobre os fósseis na América Portuguesa. Pp. 1-17, in*: Actas do Congresso Internacional Atlântico do Antigo Regime: poderes e sociedade*. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas/Universidade Nova de Lisboa, 2005.

PATACA, Ermelinda Moutinho. *Terra, água e ar nas viagens científicas portuguesas (1755-1808)*. Campinas, 2006. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
PRADO JÚNIOR, Caio. Introdução. Pp. VII-XL, in: *Corografia Brasílica de Aires de Casal*. *Fac símile da edição de 1817*. Tomo I. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1945.
PRADO JUNIOR, Caio. A evolução da Geografia e a posição de Aires de Casal. *Boletim Paulista de Geografia*, (19): 52-66, 1955.
RUDWICK, Martin J. S. *Georges Cuvier, fossil bones and geological catastrophes*. Chicago: University of Chicago Press, 1997.
SOUSA, Gabriel Soares de. *Tratado descriptivo do Brasil em 1587*. Coleção Brasiliana. Volume 117, 3ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1938.

História das mudanças climáticas antropogênicas: de Fourier ao IPCC

Arthur Henrique de Oliveira
Mestre em História da Ciência, Professor de Biologia e Ciências na Secretaria Municipal de Educação de São Paulo
swamiarthur@terra.com.br

Resumo: As mudanças climáticas, fenômeno conhecido também como aquecimento global, têm implicações significativas para as nossas vidas, gerações futuras e ecossistemas dos quais a humanidade depende. Consequentemente, tem sido objeto de intensa investigação científica e debate público, pois sua origem pode estar relacionada às atividades antrópicas, forças naturais ou ambas concomitantemente. Em tempos de destaque para as questões ambientais faz-se necessário o resgate histórico sobre os primórdios das mudanças climáticas antrópicas, bem como as personalidades do passado e do presente envolvidas na construção do tema, o que nos permitirá compreender, entre outras coisas, como a hipótese do aquecimento global antropogênico tornou-se uma força hegemônica dentro do atual cenário científico e político mundial.

O clima do planeta Terra está sempre em constante transformação. Isto vem ocorrendo há bilhões de anos e a ascensão das temperaturas globais vem ocorrendo desde o fim da ultima Era Glacial, quando uma enorme parte do hemisfério norte esteve sob uma camada de gelo com mais de um quilômetro de espessura e o nível dos oceanos era inferior ao atual. Apesar do clima do planeta ser governado por uma série de fatores internos e externos (vulcanismo, correntes oceânicas, geomagnetismo, raios cósmicos, excentricidade e obliquidade do eixo terrestre, intensificação do efeito estufa, manchas solares), a ideia de que o aumento nas concentrações antrópicas

de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera estaria intensificando o efeito estufa ganhou consistência e tornou-se quase uma "unanimidade" dentro e fora dos meios acadêmicos, constando inclusive no Sumário para Formuladores de Políticas do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Segundo o documento, se a concentração de CO_2 dobrar nos próximos cem anos, poderá haver um aumento da temperatura média global entre 2 e 4,5ºC.

Para alguns pesquisadores a hipótese do CO_2 de origem humana afetar o clima remonta ao final do século XIX e está ancorada nas premissas estabelecidas por pesquisadores como o físico e matemático francês Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) e o químico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927). Fourier é erroneamente apontado como o "precursor" da descoberta do efeito estufa, porém, a palavra francesa para estufa "serre" não aparece em nenhum dos seus trabalhos, e ainda segundo o próprio Fourier, três fatores seriam responsáveis pela manutenção das temperaturas do globo terrestre: o calor emanado do sol, o calor interno da Terra, as temperaturas do espaço e não o efeito estufa (Fourier, 1827).

Arrhenius, por sua vez, simplificou demais o sistema climático, ignorou o fato do vapor de água também absorver radiação infravermelha, propôs que o aumento nas concentrações de CO_2 na atmosfera poderia retardar a chegada de uma nova era glacial e utilizando a Lei de Stefan-Boltzmann utilizou cálculos equivocados na obtenção da temperatura média global, ou seja, ao invés de tirar a raiz quarta de cada temperatura para a partir daí obter um valor global, ele simplesmente somou todas as temperaturas, determinou o valor médio e extraiu a raiz quarta (Blüchel, 2008).

Atualmente, embora tenhamos a impressão de que os debates em torno da hipótese do aquecimento global pareçam uma novidade, o interesse e as considerações sobre as alterações climáticas induzidas pelas atividades humanas certamente não o são, constituindo-se uma difícil tarefa precisar a origem dessa discussão. Da antiguidade grega, passando pelos Estados Unidos e pela Europa dos séculos XVII e XVIII, até alcançar os dias atuais o tema vem sendo alvo de debates. Como o tema não tem recebido a atenção adequada, nosso objetivo é resgatar a origem da história do desenvolvimento da teoria do efeito estufa antropogênico e buscar subsídios para entender como esta teoria foi se consolidando no decorrer dos últimos cem anos.

Até alguns séculos atrás, o clima era um problema central para diversos pensadores. Muitos atribuíam ao clima um poder enorme acreditando, por exemplo, que a ascensão e queda de civilizações inteiras dependiam do clima e de suas mudanças. O clima teria uma influência muito grande no humor, no caráter e no cotidiano das pessoas (Carvalho Jr, 2011).

Charles Louis de Secondat, o Barão de Montesquieu (1689-1755) é um

dos mais conhecidos pensadores quando a referência é o determinismo climático. Montesquieu, com sua ênfase no papel do clima sobre a cultura, buscou compreender as influências dos fatores naturais e culturais sobre o homem objetivando a elaboração das leis, ou seja, um princípio geral que pudesse guiar o bom legislador.

Samuel Williams (1743-1817), membro de instituições como a Academia Alemã de Meteorologia, Sociedade Filosófica da Filadélfia e Academia de Artes e Ciências de Massachusetts, endossava a ideia de que o clima na Europa e América do Norte estava mudando em decorrência da derrubada das florestas para o plantio. O naturalista alemão Alexander Von Humboldt (1769-1859), por sua vez, no livro *Views of Nature: Or Contemplations on the Sublime Phenomena of Creation* (1850), foi mais cauteloso e questionou as afirmações de que o clima havia se tornado mais quente. Segundo Humboldt, tais informações não estavam baseadas em dados empirícos, e mesmo aquelas baseadas em medições, poderiam ser creditadas à urbanizazção, ao crescimento da população e às inúmeras máquinas a vapor (Humboldt, 1850, pp 103-104).

Os estudos e as discussões a respeito da influência das florestas sobre o clima prosseguiram. Em 1871, o professor do Museu de História Nacional e membro da Academia de Ciências, M. Becquerel (1788-1878), em artigo intitulado *Forests and Their Climatic Influence* tratou das relações entre florestas, agricultura, solo e clima. Becquerel era favorável à elaboração de trabalhos respaldados por dados empíricos e a necessidade de se colocar de lado as especulações baseadas apenas nos relatos dos antigos. Segundo o autor, Alexander Von Humboldt estava no caminho certo quando confrontou os dados fornecidos pelos termômetros espalhados por diversas estações no continente americano, com os relatos dos antigos (Becquerel, 1871).

Mas, foi somente a partir do final do século XIX que a ideia de que o CO_2 poderia influenciar foi colocada. A partir daí vários estudos foram publicados visando refutar ou reafirmar tal possibilidade. Arrhenius defendeu a ideia ao publicar o artigo *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground* (1896), afirmando que a atmosfera se comportaria como uma estufa. Robert Williams Wood (1868-1955), físico e inventor americano publicou na Revista Filosófica de Londres um artigo intitulado *Note on the Theory of the Greenhouse* (1909), no qual refutava a hipótese de que a atmosfera poderia se comportar como uma estufa.

Como os termômetros começaram a apontar para uma queda nas temperaturas, a ideia de aquecimento “esfriou”. Da década de 1940 até meados da década de 1970 diversos artigos foram publicados defendo a hipótese do planetaTerra estar entrando novamente em uma era glacial. O resfriamento global foi capa da revista Time em vários momentos naquele período: *Another Ice Age?* (24 de junho de 1974), *The Big Freeze* (31 de janeiro de

1977) e *How To Survive the Coming Ice Age* (8 de abril de 1977).

No dia 09 de julho de 1971, a Revista Science publicou o artigo *Atmospheric Carbon Dioxide and Aerosols: Effects of Large Increases on Global Climate*, dos pesquisadores S. Ichtiaque Rasool e H. Stephen Schneider defendendo a hipótese de resfriamento global.

No final da década de 1980 a Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, sob os auspícios da ONU (Organização das Nações Unidas), reconheceu formalmente que o frio não era mais uma ameaça iminente, mas sim o aquecimento global. Em 1988 foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). A cada quatro anos, aproximadamente, o painel realiza uma compilação dos últimos resultados de pesquisas relacionadas às mudanças climáticas globais. Os relatórios têm sido alvo de diversas críticas pelos chamados céticos climáticos. A polarização entre defensores e opositores do aquecimento global antropogênico (AGA) tem se intensificado nos últimos anos e ambos os lados têm apresentado pesquisas que embasam seus argumentos.

Nessas circunstâncias de incertezas é preciso destacar que a Ciência não é local de consenso e quando as teorias opostas se rivalizam em torno de um fenômeno único na expectativa da sua elucidação, a atividade científica torna-se transparente, uma vez que, as teorias científicas são construções no qual a ciência fornece a ambas as partes divergentes seus próprios corpos de informações relevantes e justificados.

Mudanças climáticas são fenômenos naturais que ocorrem há centenas de milhões de anos, e no estado atual do conhecimento científico o homem pouco pode fazer a não ser entender melhor a sua dinâmica e adaptar-se a ela. Na atualidade os cientistas continuam trabalhando para diminuir as incertezas, tendo apenas a convicção que o dióxido de carbono é um componente atmosférico essencial para a produção primária nos vegetais, e que a polarização existente entre teorias antagônicas para explicar as possíveis mudanças climáticas causadas pela ação humana vem ocorrendo há muito tempo, e ao que tudo indica, está muito longe de chegar a um ponto final.

Referências Bibliográficas:

ARRHENIUS, Svante August. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *Philosophical Magazine*, 5 (4) 251: 237-276, 1896.

———. *Worlds in the making. The evolution of the universe*. New York: Harper & Row, 1908.

BECQUEREL, M. Forests and their Climatic Influence. *Annual Report of the Board of Regents on the Smithsonian Institution:* 394-416. Washington: Government Printing Office, 1871.

BLÜCHEL, Kurt G. *A fraude do efeito estufa*. São Paulo: Publishing House, 2008.

FOURIER, Jean Baptiste. Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires. *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, XXVII: 136-167, 1824.

———. Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires. *Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France*, VII: 570-604, 1827.

———. *Oeuvres de Fourier*. Paris: Gauthier-Villars II, 1890.

MARINE Conference. *Report of the Conference held at Brussels at the invitation of the Government of the United States of America, for the purpose of concerting a systematical and uniform plan of meteorological observation at sea (1853).* Disponível em: http://books.google.com.br/books/about/Maritime_conference_held_at_Brussels_for.html?id=0Ys_AAAAcAAJ&redir_esc=y. Acesso em: 09 março de 2013.

MONTESQUIEU, Baron de (Charles de Secondat). *The spirit of laws* [1748]. Kitchener: Batoche Books, 2001.

RASOOL, Ichtiaque; SCHNEIDER, Stephen. Atmospheric carbon dioxide and aerosols: effects of large increases on global climate. *Science*, 173: 138-141, 1971.

VON HUMBOLDT, Alexander. *Views of nature: or contemplations on the sublime phenomena of creation, with scientific illustrations*. Disponível em: http://books.google.com/. Acesso em: 14 junho, 2012.

WILLIAMS, Samuel. *The Natural and Civil History of Vermont*. Volume I. Burlington: Samuel Mills, 1809.

WOOD, Robert Williams. Note on the theory of the greenhouse. *Philosophical Magazine*, 17, 1909. Disppponível em: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14786440208636602. Acesso em: 10 fev. 2013.

Evolução e catolicismo: discussões em jornais cariocas no final do século XIX e início do século XX

Brunah Schall
Bióloga, Mestranda em Sociologia, Orientador: Renan Springer de Freitas
Departamento de Sociologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
brunah.schall@gmail.com

Resumo: A recepção do darwinismo no Brasil foi considerada por Thomas Glick em 2003 menos problemática do que em outros países católicos devido a três motivos: o imperador Dom Pedro II não era de todo contrário a Darwin; a elite católica viu no darwinismo uma oportunidade de legitimar a supremacia branca; e

no controle das principais instituições científicas (museus e faculdades) estavam simpatizantes do darwinismo. Contudo, um estudo do contexto do catolicismo no Brasil pode revelar outras possíveis explicações para essa recepção menos problemática, ou até mesmo demonstrar que ela foi mais polêmica do que se pensa. O catolicismo no Brasil sofreu um período de decadência desde a Independência e durante a República. Entretanto, no início do século XX um movimento de "reação católica" começou a ser articulado por intelectuais, com o intuito de ampliar a participação da Igreja em âmbitos sociais, científicos e educacionais. Tendo em vista os diferentes momentos históricos do catolicismo no Brasil, foram buscadas referências ao evolucionismo e ao darwinismo em periódicos do Rio de Janeiro. Entre os resultados obtidos, dois autores chamaram a atenção por expressarem opiniões diametralmente opostas, que refletem as diferenças que marcaram a relação entre catolicismo e ciência no Brasil na virada do século XIX para o século XX.

A literatura sobre a recepção do darwinismo no Brasil surpreende pela raridade de estudos com enfoque em questões religiosas envolvendo as ideias de Darwin no país. A recepção brasileira foi considerada por Thomas Glick em 2003 menos problemática em comparação com outros países católicos, como Espanha e México, nos quais a recepção da teoria evolucionista foi em geral negativa. O autor levanta três possíveis razões para isso: o imperador Dom Pedro II não era de todo contrário a Darwin; a elite católica viu no darwinismo uma oportunidade de legitimar a supremacia branca; e no controle das principais instituições científicas (museus e faculdades) estavam simpatizantes do darwinismo. Contudo, um estudo do contexto do catolicismo no Brasil pode revelar outras possíveis explicações para essa recepção menos problemática, ou até mesmo demonstrar que ela foi mais polêmica do que se pensa.

Desde a Independência e durante a República o espírito cristão passou por uma fase de decadência no Brasil, na qual o catolicismo resumia-se aos costumes e festas. O clero estava mais preocupado com "*festas para os vivos e pompas fúnebres para os mortos*" (Villaça, 2006, p.74) do que com a doutrinação de seus fiéis e a participação na vida social e política do país. O pensamento filosófico da época era influenciado pelo positivismo de Comte, o evolucionismo de Haeckel e Spencer e o transformismo de Darwin, propagados por intelectuais como Benjamin Constant, Sylvio Romero e Miranda Azevedo. Entretanto, no início do século XX um movimento de restauração da espiritualidade e revitalização do ideário cristão começou a ser articulado, o qual Villaça (2006) chama de "*reação católica*". Esse movimento foi liderado por intelectuais católicos empenhados em aumentar a participação da religião na sociedade, na ciência e na educação:

> O problema dos intelectuais católicos brasileiros, no começo do século, era o das relações entre Ciência e Fé. Spencer reinava. O positivismo se impunha (a matemáticos, militares e engenheiros). A Ciência lograra destruir Deus e a

> Metafísica. Tratava-se, pois, de restaurar os direitos de uma Metafísica do ser. (Villaça, 2006, p. 149)

Tendo em vista os diferentes momentos históricos do catolicismo no Brasil, foram buscadas referências ao evolucionismo e ao darwinismo em periódicos do Rio de Janeiro, disponibilizados na Hemeroteca Digital da Fundação Biblioteca Nacional. Esse levantamento incluiu publicações desde 1859, ano de lançamento de *A Origem das Espécies* até a primeira década do século XX. Dentre os resultados obtidos, dois autores chamaram a atenção por representarem opiniões diametralmente opostas e aparecerem repetidamente nas pesquisas. O primeiro é o militar Rodolpho Pao Brasil, que assinava seus textos como P. B. ou com o pseudônimo "Hartmann". Esse último nome refere-se a Eduard von Hartmann, filósofo alemão que entre seus trabalhos escreveu *A Auto Dissolução do Cristianismo e A Religião do Futuro* (1874). P. B. era membro de uma associação filosófica fundada em 1881 na Escola Militar da Praia Vermelha (Rio de Janeiro), chamada "*Família Evolucionista*". Publicava semanalmente no jornal *Gazeta da Tarde*, e sua coluna foi mudando de nome ao longo do tempo de "*Folhetim Evolucionista*" para "*Semana Scientifica*", "*Philosophia Instantanea*" e por fim "*Pessimismo Philosophico*". Dedicou vários textos à reflexão sobre uma "*Religião do Futuro*", dizendo que "(...) *a Arte, a Sciencia e a Industria, eis o evolucionismo. A lei que liga a Arte á Sciencia, e a Sciencia á Industria, é a Lei da Evolução, que é a Lei ou a Religião do amor do Homem á Humanidade, no espaço e no tempo*" (1882). Apesar de se dizer contrário ao positivismo de Comte, P.B. tinha uma visão semelhante à este ao defender a progressão intelectual do teologismo ao evolucionismo, afirmando que "*o christianismo foi o prefacio necessário do evolucionismo*" (1883). Também possuía o hábito positivista de fazer analogias organicistas, referindo-se diversas vezes à atrofia do teologismo:

> O órgão tinha funcionado assaz. De então em diante começou de atrofiar-se. Como certos aparelhos existentes nos organismos superiores, que apenas servem para atestar incapacidade de funcionamento, assim o teologismo, triste legado hereditário do passado, não pode se adaptar ao meio moderno. Está, pois, condenado fatalmente. (P.B. 1882)

As publicações de P.B. encontradas até agora datam principalmente de 1882 e 1883. No início do século XX outro colunista semanal passa a ter como tema principal o evolucionismo, porém com a intenção de criticá-lo. Esse assina como "Oliveira e Silva", provavelmente um pseudônimo, mas em nenhum momento se identifica como P.B. eventualmente faz. Oliveira e Silva publicava sempre aos domingos no jornal *Gazeta de Notícias* uma coluna chamada "*Rabisco*s", principalmente em 1902 e 1903. Em 1908 também publicou alguns textos refutando as ideias evolucionistas do crimi-

nalista italiano Enrico Ferni, que veio naquele ano ao Brasil divulgar suas ideias. Na primeira referência encontrada de Oliveira e Silva, esse assume a posição que irá adotar em seguida em todos seus escritos:

> Eu nego a teoria de que o homem se aperfeiçoa per si: nego o evolucionismo de Spencer; nego o transformismo; nego o socialismo econômico: sustento o livre arbítrio, sustento o direito da Igreja em intervir no governo dos povos; sustento a moral revelada [...]. (Oliveira e Silva, 1902)

O colunista argumenta que a hipótese do transformismo foi muito abalada quando Pasteur provou em seus experimentos que não é possível haver geração espontânea. Também se opõe à ideia de que o homem descende do macaco, afirmando que todas as pesquisas empenhadas em encontrar o intermediário entre os dois não foram bem sucedidas e que, portanto, não existe um homem-macaco. Em seus textos utiliza a própria ciência para refutar os argumentos do transformismo de Darwin e do evolucionismo de Spencer, concluindo que a Igreja Católica, em sua sabedoria, espera com paciência que as doutrinas arquitetadas com o intuito de destruir as verdades eternas por ela propagadas sejam destruídas pelo próprio espírito crítico que as criou.

Separados por apenas uma década, os textos de P.B. e Oliveira e Silva refletem bem as diferenças que marcaram a relação entre catolicismo e ciência no Brasil na virada do século XIX para o século XX. Assim, essa pesquisa pretende demonstrar as possíveis relações entre o contexto religioso brasileiro e a repercussão das ideias de Darwin na imprensa popular carioca, e outros registros estão sendo coletados de modo a fundamentar tal perspectiva histórica.

Referências Bibliográficas:

GLICK, Thomas. Introdução, in: DOMINGUES, M. B.; SÁ, M. R.; GLICK, T. F. (org.). *A Recepção do Darwinismo no Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

OLIVEIRA E SILVA, Antonio José. Rabiscos: A Luiz Castro. *Gazeta de Notícias*, Rio de Janeiro, Quarta-feira, 5 de fevereiro de 1902.

PAO BRASIL, Rodolpho. Folhetim Evolucionista: Evolucionismo. *Gazeta da Tarde*, Rio de Janeiro, Terça-feira, 2 maio 1882.

———. Folhetim Evolucionista: Religião do Futuro I. *Gazeta da Tarde*, Rio de Janeiro, Terça-feira, 23 maio 1882.

———. Philosophia Instantanea. *Gazeta da Tarde*, Rio de Janeiro, Sábado, 7 abr. 1883.

VILLAÇA, A. C. *O pensamento católico no Brasil*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

A água e a evolução biológica: do século XIX ao século XX

Brunno Botelho Borges*
brunnobborges@usp.br

Giovanna Paola M. Bergamini*
giogi@uol.com.br

Nicole Wiezel de Carvalho*
niih.carvalho@hotmail.com

Pedro Espindola Giuliangeli de Castro*
pedroespindola11@hotmail.com

Pedro Margutti Marques Bruneli*
pedro.bruneli@usp.br

Tiago do Amaral Moraes*
tiagoye@hotmail.com

Wilson França de Oliveira Neto*
bob-nek-will@hotmail.com

*Graduandos no Departamento de Biologia, Faculdade de Filososofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

Resumo: O objetivo deste trabalho é discutir de que modo a água apareceu em teorias evolutivas dos séculos XIX e XX. Para isso, selecionamos propostas de alguns autores que defendiam a evolução biológica, a saber: Jean Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829); Erasmus Darwin (1731-1802) ; Robert Chambers (1802-1871); August Weismann (1834- 1914) e Alexander Ivanovich Oparin (1894-1980). Este estudo levou à conclusão de que a água esteve presente nas teorias evolutivas analisadas. Em todas elas a água está relacionada à origem da vida e à formação dos primeiros seres. Lamarck, Erasmus Darwin, Chambers e Weismann a associavam à geração espontânea dos primeiros seres, que seriam extremamente simples. Lamarck mencionou a presença de água ou lugares úmidos, Erasmus Darwin e Chambers mencionaram a água do mar como substrato. Já Weismann, no início do século XX explicava que na formação dos primeiros seres atuaram forças moleculares e que houve uma interação entre corpos sólidos e fluidos. Oparin se referia à “sopa” ou “caldo” primordial, uma solução aquosa onde ocorreram as primeiras transformações.

O objetivo deste trabalho é discutir de que modo a água apareceu em teorias evolutivas dos séculos XIX e XX. Para isso, selecionamos propostas

de alguns autores que defendiam a evolução biológica, a saber: Jean Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829); Erasmus Darwin (1731-1802) ; Robert Chambers (1802-1871); August Weismann (1834-1914) e Alexander Ivanovich Oparin (1894-1980).

Lamarck admitia a existência da geração espontânea. As primeiras formas de animais e plantas, extremamente simples, teriam surgido na água e em lugares úmidos e se formado, por forças de atração e repulsão sob a ação de fenômenos físicos (naturais) conhecidos na época: calórico e eletricidade. Esses corpos gelatinosos e microscópicos teriam se formado no início e estariam se formando até hoje por geração espontânea. Entretanto, algumas dessas formas foram desenvolvendo órgãos específicos com o tempo até se chegar a seres mais complexos que constituem grupos taxonômicos maiores que Lamarck chamou de "massas". Esse processo continua sempre sob a ação da lei da tendência de aumento de complexidade que existe na natureza. Ao mesmo tempo, existe a influência de circunstâncias que podem causar modificações nos grupos taxonômicos menores que Lamarck chamou de raças (Lamarck, 1815, p. 146-147; Martins, 2007, p. 107-117).

Como Lamarck, Erasmus Darwin defendia a formação das espécies a partir de um processo gradual. Ele acreditava que os seres vivos tinham surgido na água (oceano) e foram evoluindo em cavernas, de tal forma até terem barbatanas, pés, e finalmente asas. Portanto a evolução sempre foi dependente da água. A partir das primeiras formas de vida que nela surgiram, originaram-se as formas terrestres. Estas, então, só conseguiram sobreviver na medida em que desenvolveram mecanismos fisiológicos que lhes permitiram retirar água do meio e retê-la em seus próprios organismos (Darwin, Erasmus, 1802, p. 26).

Ele aceitava no que se refere à origem da vida, a geração espontânea, limitando-a aos menores organismos. Os mais complexos foram originados a partir de outras formas de vida, ou a partir da decomposição destes (Osborn, 1903, p. 142).

Segundo Chambers, autor de uma obra que foi publicada anonimamente, *Vestiges of the natural creation* (1844), a vida surgiu a partir da matéria inanimada com alto teor de carbono. Nesse sentido, ele mencionou o próprio ciclo do carbono. Outro ponto presente na teoria de Chambers foi a "vesícula nucleada" que seria a forma fundamental de toda a vida, e também o ponto de encontro entre a matéria inorgânica e os seres orgânicos. Chambers não negava a existência de Deus. Explicou que o processo evolutivo é regido por leis naturais. Ele também acreditava que todo o carvão presente na crosta hoje, no passado eram óxidos de carbono, o que tornava o meio terrestre inapropriado à vida. Com isso, considerou que a vida começou na água, mais especificamente no mar. Para isso, ele se baseou em evidências paleontológicas disponíveis na época, dedicando quarenta

e três páginas para discutir sobre as formações fósseis. Outro ponto interessante é que Chambers utilizou uma terminologia própria para se referir aos períodos geológicos. Como os mais antigos fósseis encontrados eram marinhos, para Chambers os primeiros animais a surgir foram: crustáceos, moluscos e cnidários, pois ocupavam camadas fossilíferas mais antigas. Logo em seguida, surgiram os brachiopodes, trilobitas, analídeos e finalmente os peixes, considerados por ele os primeiros vertebrados (Chambers, 1844, p. 54-65; Osborn, 1903, p. 217; Hueda & Martins, 2010, p 358).

O biólogo e médico alemão Weismann, no início do século XX, ao tratar da origem da vida, considerou que os primeiros seres seriam os menos complexos. Teriam surgido através da geração espontânea e, com o tempo, iriam se tornando cada vez mais complexos. Esses primeiros seres que ele chamou de *Biophoridae*, teriam surgido na camada superficial de uma substância porosa (areia ou argila), onde as forças moleculares de corpos sólidos fluidos e gasosos pudessem interagir entre si (Weismann, 1904.vol. 2, cap. 6).

Em sua obra *Modern state and prospects for the solution of the problem of the origin of the life*, Oparin (1968) descreveu as possíveis condições para o surgimento da vida na Terra. A água, ao que tudo indica, teve um papel decisivo. O autor mencionou a existência de um "caldo" ou "sopa primordial". Explicou que na solução aquosa simples das substâncias orgânicas formadas na sopa, as transformações ocorreram de acordo com as leis gerais da física e da química.

Nossa pesquisa levou à conclusão de que a água esteve presente nas teorias evolutivas analisadas. Em todas elas ela está relacionada à origem da vida e formação dos primeiros seres. Lamarck, Erasmus Darwin, Chambers e Weismann a associavam à geração espontânea dos primeiros seres, que seriam extremamente simples. Lamarck mencionou a presença de água ou lugares úmidos, Erasmus Darwin e Chambers mencionaram a água do mar como substrato. Já Weismann, no início do século XX explicava que na formação dos primeiros seres atuaram forças moleculares e interação de corpos sólidos e fluidos. Oparin se referia à "sopa" ou "caldo" primordial, uma solução aquosa onde ocorreram as primeiras transformações.

Referências Bibliográficas:

CHAMBERS, Robert. *Vestiges of the natural creation.* London: John Churchill, 1844.

DARWIN, Erasmus. *Zoonomia or the laws of organic life.* 2th edition. London: J. Johnson, 1796.

OPARIN, Alexander Ivanovich. *The origin and development of life.* Washington, 1968. Trad. NASA.

HUEDA, Marcelo Akira ; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Lamarck, Chambers e a evolução orgânica. *In:* MARTINS, Roberto de Andrade; LEWOWICZ, Lucía; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo; SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira (orgs.). *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de Trabalhos do 6º Encontro.* Campinas: AFHIC, 2010.

LAMARCK, Jean Pierre Antoine de Monet, Chevalier de. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres.* Volume 1. Paris: Verdière, 1815.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck.* Rio de Janeiro: BookLink/FAPESP, 2007.

OSBORN, Henry Fairfield. *From Greeks to Darwin.* New York: The Macmillan Company, 1903.

WEISMANN, August. *The evolution theory*. Volume 2. Trad. Thomson, J. Arthur & Thomson, Margaret R. London: Edward Arnold, 1904.

A importância do diálogo entre ciência, ecologia e espiritualidade frente à crise ecológica atual

Carolina Alves d'Almeida
Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Filosofia da PUC-RJ
Pesquisadora voluntária do Lab. de Bioecologia de Insetos e Comportamento Animal do Dep. de Biologia Geral da UFF; Pesquisadora voluntária do Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro - IPJBRJ
caroldalmvegan@gmail.com

Resumo: Atualmente, com o agravamento da Crise Ecológica, as discussões acerca da reconfiguração da Espistemologia Clássica e da constituição de uma nova ciência ética têm crescido consideravelmente. Neste trabalho pretendemos discutir a urgência da abolição do pensamento dualista moderno ocidental para a mudança nas relações (de poder) entre seres humanos e a comunidade ecológica, com ênfase no diálogo entre Ciência, Ética e Espiritualidade. Um dos primeiros passos para essa conciliação é a reprodução de formas híbridas de pensamento que podem dissolver a divisória epistemológica clássica entre científico e não-científico; entre a ciência "pura" e os diálogos ou histórias "impuras" (ou ainda não purificadas). Trata-se da construção de uma ciência híbrida, relacional e pluralista que combine as perspectivas objetivas e técnicas com as perspectivas subjetivas e sociais, superando o caráter objetificante e intrumentalizante das Ciências Naturais e permitindo o diálogo com as abordagens "ecoespiritualistas" e transcendentais da Natureza. Tais abordagens podem contribuir para a sensibilização ética e moral das práticas científicas, ocasionando a mudança nas relações (instrumentais) dos cientistas (e não-cientistas), com a comunidade ecológica e seus indivíduos, para relações (intersubjetivas) de respeito, empatia, responsabilidade e amor incondicional,

atribuindo à comunidade ecológica e a todos os seus seres um valor intrínseco e espiritual.

Atualmente, com o agravamento da Crise Ecológica, as discussões acerca da reconfiguração da Espistemologia Clássica e da constituição de uma nova ciência híbrida e ética têm crescido consideravelmente na comunidade acadêmica. Dentre as questões mais discutidas, destacam-se : a interface entre as Ciências Naturais (objetivas) e as Ciências Sociais (subjetivas) ; o reconhecimendo de não-humanos como sujeitos, "agentes" ou "actantes" (Ingold, 2011,p. 210-214 ; Latour, 2000, 2012); a consideração ética e moral com relação à todas as espécies e à comunidade ecológica; a importância das experiências e relações intersubjetivas, bem como das narrativas "paracientíficas" (ou não-científicas), para as Ciências Naturais (ou Biológicas); e, sobretudo, a abolição do pensamento dualista moderno ocidental para a mudança profunda nas relações (de poder) entre seres humanos e a Natureza. Neste trabalho, discutiremos essa última questão, com ênfase no diálogo Ciência, Ética e Espiritualidade.

Pensadores como Tim Ingold, Gregory Bateson, Bruno Latour, Isabelle Stengers, Donna Haraway, dentre outros, através de suas perspectivas sociais, relacionais, simétricas e "ecopluralistas"[1], começaram a repensar a ciência dessa forma híbrida e multidimensional. A discussão sobre a "reprodução de híbridos", que são, segundo Guilherme Sá (2010, p. 184), "formas de pensar — artefatos — oficialmente oficiosas e oficiosamente oficiais; naturalmente culturais e culturalmente naturais", conquistou antropólogos e filósofos da ciência interessados, particularmente, na visão 'relacionalista' das práticas científicas como coletivos ou redes de relações sociais[2] (Latour, 2000, p. 2012). Tais formas de pensar podem dissolver a grande divisória epistemológica clássica entre científico e não-científico ("paracientífico"); entre a ciência "pura" (ou purificada) e os diálogos ou histórias "impuras" (ou ainda não purificadas). Trata-se da construção de um pensamento científico híbrido, relacional e pluralista que combina perspectivas objetivas e técnicas com perspectivas subjetivas e sociais, superando o caráter 'objetificante' e 'instrumentalizante' das Ciências da Natureza.

A ciência híbrida, neste sentido, desempenha um papel ético muito importante para a superação da Crise Ecológica e para a diminuição dos danos causados à Natureza pelas atividades humanas, através das práticas

[1] Segundo Patrick Curry (2003:337), "tal pluralismo é essencial para o ecocentrismo, ausente nas posições de ambos os realistas e construcionistas, e o ecocentrismo, por sua vez, é essencial para ele: daí o *ecopluralismo*".

[2] Concepção decorrente da "Teoria Ator-Rede" (*ANT: Actor-Network Theory*), elaborada, principalmente, por Bruno Latour (2012) e Michel Callon (1991).

(ético)científicas de preservação e conservação da biodiversidade e dos ecossistemas e, principalmente, da mudança na conduta e nas relações dos seres humanos com o restante da comunidade ecológica. Tais mudanças incluem a atribuição de considerações éticas e morais, como valores intrínsecos (além do instrumental), bem como o respeito por todos os indivíduos, humanos ou não-humanos, que compõem essa vasta rede.

Para "solucionar" a gravidade da Crise Ambiental, Latour (2011:5) destaca a necessidade urgente de tal transformação na postura e nas relações dos seres humanos com todos os ecossistemas – na nossa desconexão com a comunidade ecológica – através do reconhecimento de que somos os responsáveis pelo "Antropoceno"[3] e por esta Crise – pelos danos climáticos e ambientais causados pelas *ações antrópicas*. Assim, permitimos que a consciência ecológica eleve nosso senso de compromisso moral ao nível exigido por esse Planeta (Latour, 2011, p. 5). Isso nos levaria a uma reconexão com a Natureza. Indo mais além, Latour (2009, p. 459-463) ressalta a importância da reflexão sobre o que ele chama de "Ecoteologia", ou uma possível conexão entre ecologia e teologia ou entre consciência ecológica e espiritualidade cristã.

Acerca dessa questão, sugerimos que o diálogo entre as Ciências Naturais e cosmovisões "ecoespiritualistas", pode contribuir para a mudança de nossas relações com a Natureza. O *des*conhecido e o *sobre*natural, de uma perspectiva "multinaturalista"[4] (pegando emprestado o termo do Eduardo Viveiros de Castro), na verdade, pode ser concebido como um tipo particular de realidade (ou natureza) não-objetiva e não-materializada.

A "Ecoespiritualidade", tal como a "Ecoteologia", consiste na conexão entre ecologia e espiritualidade. Trata-se de uma "Ecosofia"[5] (Drengson & Inoue, 1995, p. 8; Naess, 1989, p. 35-37), na qual a espiritualidade

---

[3] Segundo Latour (2011, p. 3), uma "invenção léxica surpreendente proposta por geólogos para colocar um rótulo em nosso período atual." Trata-se de um termo escolhido por geólogos para descrever a época mais recente do Planeta Terra, essa em que ela é explorada, dominada e determinada pelas as atividades humanas que alteraram significativamente o clima da Terra e o funcionamento dos seus ecossistemas.

[4] Segundo Viveiros de Castro (2002, p. 348), esse termo consiste na inversão do "multiculturalismo" moderno. Na perspectiva multinaturalista, cada espécie se vê como 'gente' e vê todas as demais espécies como animais ou espíritos. Tal concepção está ligada à idéia principal do perspectivismo ameríndio, que consiste em uma inversão da noção ocidental, na qual a cultura é particular e a natureza é universal, para a noção na qual a cultura é universal e a natureza é particular (Viveiros de Castro, 2002, p. 349). Neste trabalho, em particular, usamos esse termo para caracterizar uma diversidade dos corpos ou de formas de Natureza (físicas ou extra físicas, visíveis ou invisíveis) ou a "particularidade objetiva dos corpos e da substância" (Viveiros de Castro, 2002, p. 349).

[5] Em termos gerais, uma "Sabedoria Ecológica" ou uma "filosofia de harmonia ou equilíbrio ecológico" (Arne Naess *apud* Drengson e Inoue, 199, p. 8).

desempenha papel importante, uma vez que a Ecologia[6], que nós ocidentais restringimos ao mundo material, físico ou visível, os "ecoespiritualistas" transcendem para o plano astral, espiritual e invisível. No entanto, eles fazem isso sem negar a realidade objetiva e a Evolução, uma vez que concebem esses planos espirituais como "reais" e "naturais". Nosso objetivo principal, neste trabalho, é refletir sobre a possibilidade (ou impossibilidade) de conceber os fenômenos espirituais e astrais como parte da realidade e da Natureza, e assim, testar a possibilidade de uma interface entre as Ciências da Natureza e a Espiritualidade, como complementares.

Algumas formas de espiritualidade, como a Doutrina Espírita "científica", o Universalismo, o Budismo, o Taoísmo, a Umbanda, entre outras, transcendem o pensamento "ecológico" e "evolucionista" para além do plano físico e visível, ou da realidade objetiva e material. Elas não negam a Evolução biológica, a (Filo)genética e a Ecologia, muito pelo contrário, algumas destas perspectivas espiritualistas – principalmente aquelas ligadas à Física Quântica – adotam essas teorias científicas objetivas para tentar explicar fenômenos espirituais. Por outro lado, elas também podem complementar a Ciência com aspectos espirituais e transcendentais, dissolvendo a oposição entre o físico e o *extra*-físico, e admitindo a interface entre ambos.

Existe, portanto, uma tentativa de explicar e esclarecer o "mundo espiritual e astral", através de perspectivas científicas, que não se trata de "Criacionismo". Nem tudo que não é evolucionista, é criacionista. O Criacionismo é concebido pelo pensamento científico Ocidental como a "negação" do Evolucionismo. O que propomos aqui é oposto: é a afirmação do Evolucionismo e do seu diálogo com outras teorias, perspectivas e cosmologias. Uma Teoria da Evolução que abrange aspectos sociais, subjetivos, vitalistas, fenomenológicos, históricos, culturais, ecopolíticos, éticos e espirituais, muito além dos biológicos e ecológicos, seria um bom exemplo do que chamamos de ciência híbrida.

Um dos principais obstáculos que atrapalham essa discussão é o preconceito dos cientistas objetivos e "puros" contra qualquer assunto que esteja além do mundo físico e material, ou da sua percepção. Mesmo não se tratando de Criacionismo, ou negação da Evolução biológica, falar do desconhecido, do "misterioso", do impossível de ser observado, evidenciado e comprovado através do Método Científico, ainda é um tabu para a Ciência Ocidental.

---

[6] Segundo Arne Naess (1989, p. 36), "o estudo científico interdisciplinar das condições de vida dos organismos em interação uns com os outros e com os ambientes orgânicos, bem como, inorgânicos". No entanto, aqui, ouso definir como o estudo da vasta rede de relações heterogêneas ecossistêmicas que constituem a comunidade ecológica.

Ao transcender a Ecologia, a abordagem "ecoespiritualista" atribui aos elementos naturais, aos organismos vivos e não-vivos, aos ecossistemas, um "(multi)valor intrínseco e espiritual". A comunidade ecológica, nessa concepção, tal como nas concepções éticas ecocêntricas (Curry, 2011, p. 92; Drengson & Inoue, 1995), também é concebida como uma comunidade ética (Sylvan & Bennett, 1994, p. 91), dotada de valor intrínseco. Desse modo, a incorporação dessas abordagens "ecoespiritualistas" pelas Ciências da Natureza pode contribuir para a sensibilização ética e moral das práticas científicas, facilitando a mudança nas relações, antes instrumentalizantes e objetificantes, dos cientistas com a comunidade ecológica e seus indivíduos, para relações sociais de respeito, empatia, consideração, responsabilidade e, até mesmo, amizade ou amor.

Pensar uma nova forma de ciência que consiga levar em consideração a sociedade, a ecologia, a política, a espiritualidade e o amor incondicional, tornou-se uma das tarefas dos cientistas da atualidade frente a esta Crise Ambiental sem precedentes.

Por fim, esperamos, com esse trabalho, despertar reflexões sobre a necessidade, nos dias de hoje, da conciliação entre diferentes perspectivas que podem trabalhar juntas na Ciência Híbrida, em particular, a interface entre as perspectivas físicas e *extra*-físicas, ou do mundo físico, material e visível com o mundo "desconhecido", invisível e espiritual.

Assim como evolucionistas esclarecem e explicam as origens e a evolução biológica de todos os organismos ou espécies do Planeta Terra, os espiritualistas podem contribuir acrescentando algo para a sensibilização ética e para o enriquecimento pluralista teórico da ciência, fornecendo conteúdo para a reflexão ética e crítica da prática científica e para possíveis reconfigurações.

Assim como ecologistas podem explicar esse vasto sistema ou rede de relações ecológicas sociais e heterogêneas que é o planeta, como funcionam nossos ecossistemas e como os organismos interagem com o meio-ambiente, os ecoespiritualistas transcendem essas explicações materiais, mostrando o significado espiritual (vibracional e energético) dessas relações ecológicas para além do plano físico. Enfim, diferentes atores podem trabalhar juntos nessa nova configuração da ciência híbrida, pluralista e, acima de tudo, ética.

Referências Bibliográficas:

CALLON, Michel. Techno-economic networks and irreversibility. Pp. 132-165, in: LAW, John (ed.). *A sociology of monsters: essays on power, technology and domin*ation. London: Routledge. 1991.

CURRY, Patrick. *Ecological ethics: an introduction.* Cambridge, UK: Polity Press, 2011.

———. Re-thinking nature: towards an eco-pluralism. *Environmental Values*, 12 (3): 337-360, 2003.
DRENGSON, Alan & INOUE, Yuichi (Eds.). *The deep ecology movement: an introductory anthology*. Berkeley: North Atlantic Books. 1995.
INGOLD, Tim. When ant meets spider: social theory for arthropods, in: INGOLD, Tim. *Being alive : essays on movement, knowledge and description*. London and New York: Routledge. 2011.
LATOUR, Bruno. *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. Trad. Ivone C. Benedetti. São Paulo: UNESP, 2000.
———. *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica.* Trad. Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.
———. *Reagregando o Social: uma introdução à teoria do Ator-Rede*. Trad. Gilson César Cardoso de Souza. Salvador/Bauru: Edufba/Edusc, 2012.
———. Waiting for Gaia: composing the common world through arts and politics. *A Lecture at the French Institute, London, for the launching of SPEAP (the Sciences Po program in arts & politics*). London, November, 2011.
———. Will non-humans be saved? An argument in ecotheology. The Henry Myers Lecture, 2008. Royal Anthropological Institute. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 15: 459-475. 2009.
NAESS, Arne. *Ecology, community and lifestyle: outline of an ecosophy*. Trad. David Rothenberg. Cambridge: CUP,1989.
SILVA e SA, Guilherme José. Abraços de mono: elos perdidos e encontros intersubjetivos em etnografia com primatólogos no Brasil. *Mana* [online], 16 (1): 179-211, 2010.
SYLVAN, Richard & BENNETT, David. *The greening of ethics: from human chauvinism to deep-green theory*. Cambridge: White Horse Press, 1994.
VIVEIROS DE CASTRO, E. Perspectivismo e multinaturalismo na América indígena, Pp. 345-399, in: *A inconstância da alma selvagem.* São Paulo: Cosac & Naify. 2002.

Replicação de experimentos históricos de Robert Hooke (1635-1703) visando o ensino-aprendizagem da Teoria Celular: um estágio por pesquisa em escola pública de ensino fundamental em São Paulo-SP

Carolina Perozzi Guedes de Azevedo*
carolina.perozzi.azevedo@usp.br

Caio Guerrato Coelho da Silva*
gueratto_coelho@hotmail.com

Cristina dos Santos Silva*
cristina.santos.silva@usp.br

Giovanna Vasconcelos Maia*
gihmaia.biousp@gmail.com

João Cervelleira de Mello*
joao.cervelleira.mello@usp.br

*Graduandos de Ciências Biológicas do IB-USP e
bolsistas de Iniciação à Docência PIBID-IB-USP

Marcel Valentino Bozzo
Professor Secretaria Municipal de Educação de São Paulo e
bolsista PIBID-IB-USP
marcelbozzo@hotmail.com

Thiago del Corso
Monitor do Laboratório de Licenciatura de Ciências Biológicas do IB-USP, mestrando em Ensino de Ciências, PPG Interunidades da USP
thiagodelcorso@usp.br

Maria Elice Brzezinski Prestes
Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do IB-USP e bolsista PIBID-IB-USP
eprestes@ib.usp.br

Resumo: O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) objetiva elevar a qualidade da formação inicial de professores e promover a integração entre educação superior e educação básica. Inserido nesse Programa, este trabalho relata resultados parciais de um projeto de estágio como pesquisa mediante inovação no planejamento e aplicação de sequências didáticas (Méheut, 2005). A proposta de trabalho foi baseada na replicação de experimentos históricos no ensino de Ciências (Chang, 2011) e o episódio histórico selecionado foram as observações microscópicas da cortiça por Robert Hooke (1635-1703). A replicação é contextualizada em uma sequência didática (Méheut, 2005) elaborada com o objetivo de levar os alunos a iniciarem suas observações a partir das questões de investigação (sobre as propriedades físicas da cortiça) do próprio Hooke e traçarem relações com o desenvolvimento da teoria celular e do conceito atual de célula. Outro objetivo foi o de mostrar aos alunos que os conceitos não se desenvolvem imediatamente após as descobertas, promovendo uma melhor compreensão da Natureza da Ciência. A sequência será aplicada nos meses de abril e maio de 2013 a alunos de 7ª série da "EMEF Presidente Campos Salles", São Paulo. Os dados serão

coletados mediante triangulação e analisados segundo metodologia de pesquisa em ensino de ciências, possibilitando apresentação de resultados parciais da pesquisa.

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID – é uma iniciativa da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para aperfeiçoamento e valorização da formação de professores para a educação básica. O Programa estabelece parceria entre a Universidade e escolas-campo de estágio, mediante oferecimento de subsídios para o desenvolvimento de projetos que envolvem licenciandos, professores supervisores da escola pública e docente da Licenciatura.

O presente trabalho, ainda em desenvolvimento, constitui o Subprojeto PIBID-IB-USP intitulado "Sequências didáticas voltadas à replicação de experimentos históricos, modelos e simulações em intervenções de estágio de formação de professores de ciências e biologia", coordenado por Maria Elice Brzezinski Prestes e composto por dez licenciandos do IB-USP e dois professores supervisores de escolas públicas do município de São Paulo. A proposta de trabalho é a de promover intervenções de estágio como pesquisa, modelo esse que se consolida na superação da separação entre teoria e prática, com base nas contribuições recentes "da epistemologia da prática que diferencia o conceito de ação (que diz dos sujeitos) do conceito de prática (que diz das instituições)" (Pimenta & Lima, 2011, p. 44).

A replicação de experimentos históricos é uma modalidade de aplicação da História da Ciência no ensino de ciências que favorece a apropriação pelos estudantes dos conceitos abordados na disciplina de Ciências ao mesmo tempo em que possibilita abordagens explícitas sobre o modo como o conhecimento científico é produzido, incrementando as concepções sobre a Natureza da Ciência. A reprodução de experimentos históricos em sala de aula dá a oportunidade de os alunos reviverem os passos da ciência na prática (Allchin, 2004) e analisarem o fazer científico historicamente contextualizado. Nesta pesquisa, levou-se em conta a tipificação da replicação de experimentos históricos proposta por Hasok Chang em quatro categorias, das quais foram adotadas as duas que mais se coadunam com o âmbito da educação em ciências, a saber, a "replicação física de experimentos históricos" e "replicação por extensão". Nos dois casos ocorre a reprodução do fenômeno estudado, sem se prender no detalhe histórico, de modo a permitir, por exemplo, a utilização de materiais atuais em substituição aos que foram efetivamente utilizados no passado. Além disso, permite-se a variação e ampliação das observações e experimentos para responder a novos problemas que emergem da pesquisa original (Chang, 2011). O princípio da replicação de experimentos históricos sugere que as indagações do pesquisador do passado sejam retomadas pelos alunos que irão executar a replicação, reproduzindo o mais possível o contexto da

época – dessa forma pretende-se que as observações realizadas conduzam a conclusões semelhantes às obtidas pelo pesquisador do passado.

O público alvo deste trabalho são alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental II (sétima série) de uma escola municipal da cidade de São Paulo – EMEF Presidente Campos Salles. Os temas selecionados para a intervenção didática foram a célula e a construção da teoria celular. A abordagem escolhida foi a da replicação das observações de cortiça de Robert Hooke (1635-1703). A execução do trabalho com os alunos se deu a partir da elaboração de uma sequência didática (Méheut, 2005) norteada pelas questões levantadas por Hooke a respeito da cortiça: "Por que ela é tão leve?", "Por que ela flutua?" e "Por que ela é elástica?".

A sequência didática proposta contém sete aulas arranjadas em 4 blocos que correspondem aos 4 momentos principais de atividades de ensino-aprendizagem propostos nas *Orientações Curriculares e proposição de expectativas de aprendizagem para o Ensino Fundamental, Ciclo II, Ciências Naturais*, da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (São Paulo, 2007, p. 76).

O primeiro bloco, correspondente ao "Momento de Sensibilização e levantamento inicial", é uma prática a respeito da flutuabilidade de diversos objetos: cilindro de madeira, cilindro de metal, bola de gude, bola de ping-pong e a referida cortiça. Na execução, os alunos levantam hipóteses prévias a respeito dessa capacidade dos materiais – flutuam ou não e por que – e, posteriormente, testam essas hipóteses inserindo cada um dos materiais em um recipiente com água. São também calculadas massa, volume e densidade, com discussão final sobre esses conceitos.

No segundo bloco, correspondente ao "Momento de Problematização", é feita a observação microscópica da cortiça, procurando responder às questões da investigação realizada por Hooke. Além disso, os alunos são incitados a aprender a utilizar o instrumento e a prepararem lâminas para a observação, bem como a registrarem, em forma de desenho, o que vêem.

No terceiro bloco, correspondente ao "Momento de Organização do conhecimento e desenvolvimento", é feita uma contextualização do episódio histórico em questão, mediante leitura e discussão de fontes primárias e secundárias preparadas como material instrucional para esses alunos. São trabalhados a tradução do trecho da obra *Micrographia* em que Robert Hooke relata as suas observações e textos curtos de história da biologia. Nesse bloco o objetivo da intervenção é o de mostrar que, apesar do uso do termo "célula" pelo autor, a concepção atual de célula que é abordada nas escolas decorre de um longo processo de investigações de plantas e animais e que envolveu diversos pesquisadores até o século XIX.

No quarto bloco, correspondente ao "Momento de Síntese e Finalização", solicita-se aos alunos que redijam um texto no qual descrevem

as indagações iniciais, as etapas das observações realizadas, as anotações das mesmas e as conclusões obtidas. A ideia para esse texto é haja o processo de síntese pelos alunos de todo o processo realizado e os registros oriundos dele, além da documentação da experiência vivenciada.

Por meio de intervenção didática mediante utilização de recursos históricos espera-se alcançar uma melhor compreensão do conceito de célula e da construção da teoria celular, bem como dos processos envolvidos na atividade científica. O aprendizado desses conceitos torna-se mais pessoal, contextualizado e significativo – preceitos muito relevantes quando se analisam as habilidades que se espera desenvolver em alunos da educação básica. Além disso, o aprendizado torna-se mais natural e mais divertido para os alunos. Observa-se que a motivação e o interesse dos alunos aumentam, contribuindo para despertar a curiosidade sobre as ciências.

A sequência didática será aplicada nos meses de abril e maio de 2013, e os dados serão registrados mediante triangulação sugerida por metodologia de pesquisa em ensino de ciências (aulas gravadas, anotações de observações realizadas pelos licenciandos-pesquisadores, produtos elaborados pelos alunos). Desse modo, no *Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013* será possível apresentar uma discussão parcial dos dados obtidos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Institucional de Bolsa à de Iniciação à Docência – PIBID, da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil.

Referências bibliográficas:

ALLCHIN, Douglas. Appreciating classic experiments. *Carolyn Schofield* (ed.*), 2004-2005 Professional Development for AP Biology*. New York: College Entrance Examination Board, 2004.

ARAUJO, João Paulo F. T.; SILVA, Caio G. C.; PRESTES, Maria Elice B. *Micrografia, de Robert Hooke*. São Paulo, no prelo.

CHANG, H. How historical experiments can improve scientific knowledge and Science Education: the cases of boiling water and electrochemistry. *Science & Education*, 20: 317-341, 2011.

MÉHEUT, Martine. Teaching-Learning Sequence tools for learning and/or research. Pp. 195-207, in: BOERSMA, Kerst; GOEDHART, Martin; JONG, Onno de; EIJKELHOF, Harrie (eds.). *Research and the quality of science education*. Dordrecht: Springer, 2005.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. *Estágio e Docência*. 6ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. *Orientações curriculares e proposição de expectativa de aprendizagem para o Ensino Fundamental, ciclo II, Ciências Naturais.* São Paulo: SME/DOT, 2007.

Stanley Lloyd Miller e a origem da vida, um episódio histórico para discutir aspectos sobre a natureza da ciência

Caroline Avelino de Oliveira
Mestranda da pós graduação em Educação para a Ciência
Universidade Estadual Paulista, Bauru
caroline_avelino@hotmail.com

João José Caluzi
Doutor em Física, Professor Livre Docente
Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru
caluzi@fc.unesp.br

Resumo: A ciência é considerada no senso comum como um conhecimento verdadeiro e cientificamente comprovado. Para um entendimento mais real sobre a Ciência estão sendo feitas diversas propostas como, por exemplo, a utilização de episódios históricos no ensino e aprendizagem de ciências. Um obstáculo é a sua utilização ou a utilização de forma inadequada. O presente trabalho tem como objetivo discutir um episódio histórico que auxilie o ensino de ciências, que possa ser utilizado na formação de professores, com os alunos em sala de aula, e assim tornando possível discutir sobre aspectos da natureza da ciência procurando também desmistificar alguns mitos sobre a mesma. O episódio escolhido discute alguns aspectos da origem da vida. Mais especificamente, o trabalho do químico americano Stanley Lloyd Miller (1930-2007). A escolha se justifica, pois a pesquisa realizada por ele é apresentada em vários livros didáticos. Além disto, o objeto de estudo da Biologia são os seres vivos, sendo assim, é fundamental a compreensão de como os mesmos se originaram. Pode-se discutir nesse episodio mitos como, a ciência ser uma busca solitária e de que as idéias surgem espontaneamente na cabeça dos cientistas; podemos discutir, por exemplo, que existe um trabalho em equipe entre Miller e seu orientador Harold Clayton Urey (1893-1981), e pela complexidade do experimento, percebemos que Miller jamais teria conseguido fazer algo tão elaborado sem ter o mínimo conhecimento em química/bioquímica, ou seja, não surgiu espontaneamente.

A ciência é considerada no senso comum como um conhecimento verdadeiro e cientificamente comprovado (Caldeira & Caluzi, 2005, p.13). Para um entendimento mais real sobre o desenvolvimento da Ciência estão sendo desenvolvidos diversos estudos para alunos e professores, com o objetivo de discutir a Natureza da Ciência (Breno, 2008). William McCo-

mas (1998) apresenta alguns “mitos” sobre a Natureza da Ciência que estão nos livros didáticos, na sala de aula, entre eles podemos destacar três crenças:

(1) De que existe um método geral e universal com os seguintes passos
   a) definir o problema,
   b) coleta de informações de fundo,
   c) a formação de uma hipótese,
   d) fazer observações,
   e) testar a hipótese e
   f) tirar conclusões,
(2) A ciência e seus métodos podem fornecer a prova absoluta, quando na verdade ela é sujeita a revisão e mudanças;
(3) As idéias surgem espontaneamente na cabeça do cientista, alguns estudos apontam que isso não é real, pois muitos cientistas trabalham em equipes, e estão assim inseridos em uma comunidade científica.
(4) A ciência como uma busca solitária.

Tais crenças assim como outras citadas no trabalho (McComas, 1998) poderiam ser mais bem compreendidas pelo estudo da Natureza da Ciência, este pode ser feito por meio de debates de episódios históricos quase tem tornado alvo de discussões no ensino e aprendizagem de ciências (Martins, 2007). Um obstáculo é a falta de episódios consistentes para a utilizaçãoem sala de aula e na formação inicial de professores (Boss, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo discutir um episódio histórico que auxilie o ensino de ciências, que possa ser utilizado na formação de professores, com os alunos em sala de aula, e assim tornando possível discutir sobre aspectos da natureza da ciência procurando também desmistificar alguns mitos mencionados.

O episódio escolhido discute alguns aspectos da origem da vida. Mais especificamente, o trabalho do químico americano Stanley Lloyd Miller (1930-2007). A escolha se justifica, pois a pesquisa realizada por ele é apresentada em vários livros didáticos, e.g., (Sasson, 2002); (Uzunian, Pinseta, Sasson, 2002) e (Lopes, Rosso,2008). Além disto, o objeto de estudo da Biologia são os seres vivos, sendo assim, é fundamental a compreensão de como os mesmos se originaram.

Stanley Miller em seu experimento (Miller, 1953) supôs que a atmosfera primitiva era composta de carbono, oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, nas formas de água (H_2O), metano (CH_4), amônia (NH_4) ou nitrogênio (N_2) e hidrogênio (H_2). Na hipótese utilizada por ele houve uma fuga do hidrogênio e a atmosfera passaria de redutora a oxidante. A base de seu trabalho foram as pesquisas de seu orientador de doutorado, o físico-químico ameri-

cano Harold Clayton Urey (1893-1981). As hipóteses Urey estão sintetizadas no artigo *On the early chemical history of the earth and the origin of life*, (Urey, 1952), o mesmo também utilizou os estudos do bioquímico russo Alexander Ivanovich Oparin (1894-1980) publicado em 1952 no livro *A origem da vida*.

Para testar sua hipótese, Miller (Miller, 1953) utilizou três propostas de aparelhos. Em geral, os livros didáticos apresentam somente um design da aparelhagem. As substancias foram colocadas nos aparatos e como resultado do procedimentofoi produzido uma substância de cor marrom. Ela foi analisada por diferentes técnicas químicas, por exemplo, análises cromatográficas. Na análise foi constatada a presença de compostos orgânicos, como aminoácidos, ou seja, esses compostos poderiam gerar aminoácidos que são fundamentais na constituição dos seres vivos.

McComas destaca como mito a ciência ser uma busca solitária e de que as idéias surgem espontaneamente na cabeça dos cientistas; podemos discutir que existe um trabalho em equipe entre Miller e seu orientador, pois Miller utiliza alguns dos resultados de Urey para o seu trabalho, e o ultimo recebeu influencia de Oparin, ou seja, é nítido que a idéia de que o experimento e seus pressupostos não surgem espontaneamente na cabeça de Miller, que existe um trabalho em conjunto, e pela complexidade do experimento, percebemos que Miller jamais teria conseguido fazer algo tão elaborado sem ter o mínimo conhecimento em química/bioquímica, não seria possível o experimento surgir sem nenhuma base pelo motivo da complexidade.

Tais aspectos poderiam ser trabalhados para se discutir a Natureza da Ciência e desmistificar tais mitos, tornando a compreensão da ciência mais efetiva, para que a população se torne mais esclarecida de como é a ciência, tal episodio pode ser utilizado na formação inicial e continuada de professores, com os alunos da educação básica com o objetivo de melhorar a visão cientifica dos mesmos.

Referências Bibliográficas:

MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; BORTOLOZZI, Jehud; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. História da Biologia:aproximações entre as possíveis categorias históricas e as concepções sobre ciência e evolução apresentadas pelos professores de biologia. Pp. 11-28, in: CALUZI, João José; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. *Filosofia e história da ciência: contribuições para o ensino de ciências*. Ribeirão Preto: Kayrós, 2005.

BRENO, A. Moura . A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII: subsídios para discutir a Natureza da Ciência no ensino. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universi-

dade de São Paulo, São Paulo, 2008.
MARTINS, A. Ferrer. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24 (1): 112-131, abr. 2007.
McCOMAS, William.The principal elements of the nature of science**:** dispelling the myths. Pp 53-70, in: McCOMAS, William. *The nature of science in science education*. Amsterdam: Kluwer, 2002.
BOSS, S. L. Bragatto. *Tradução comentada de artigos de Stephen Gray (1666-1736). Reprodução de experimentos históricos com materiais acessíveis – subsídios para o ensino de eletricidade*. Tese (Doutorado em Educação para as Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.
SASSON, Sezar. *Biologia*. São Paulo: Anglo, 2002.
UZUNIAN, Armênio; PINSETA, Dan Edésio; SASSON, Sezar. *Biologia*. 2. ed. São Paulo: Anglo, 2002.
LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. *Biologia*. São Paulo: Saraiva, 2008.
MILLER, Staley Lloyd. A production of amino acids under possible primitive Eart conditions. *Science***,** 117 (9): 528-529, May, 1953.
OPARIN, Aleksandr Ivanovich. *A origem da vida*. 6.ed. São Paulo: Escriba, 1952.
CAMPBELL, Neil; MILLER, S. Lloyd. I Conversation with. *University of California Press*, 51(6), p. 349- 353, Out, 1989.
UREY, Harold Clayton. On the early chemical history of the earth and the origin of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 38 (4): 351- 363, Apr, 1952.

O princípio da divergência na argumentação darwiniana

Claudio Ricardo Martins dos Reis
Graduando em Ciências Biológicas na UFRGS
claudiormreis@gmail.com

Resumo: O objetivo deste estudo é reconstruir a argumentação de Charles Darwin sobre o princípio da divergência de caracteres. Seu argumento é estruturado de forma clara e precisa em premissas e conclusão, de modo a relevar o *valor verdade* de suas proposições; além disso, é dado destaque às suas estratégias argumentativas. A tese que Darwin sustenta é aquela segundo a qual variedades e espécies de um mesmo ambiente tendem a se tornar cada vez mais distintas, ao que ele denomina princípio da divergência. As estratégias de Darwin são apresentadas por meio de exemplos e analogias – uma em relação aos efeitos da seleção artificial e outra a respeito dos benefícios da diversidade de estruturas nos sistemas fisiológicos. É ressaltada, também, a possibilidade de que Darwin tenha percebido a atuação da

seleção natural sob o nível de comunidades, na medida em que seu argumento requer a premissa segundo a qual a competição entre espécies diminui a aptidão dos organismos. Além disso, é apresentado que, para Darwin, o princípio da divergência é resultado do princípio de seleção natural.

O objetivo deste estudo é reconstruir a argumentação de Charles Darwin sobre o princípio da divergência, baseado na seção intitulada *Divergência de Caracteres*, pertencente ao capítulo IV de sua obra principal, *A Origem das Espécies*. Seu argumento será estruturado de forma clara e precisa em premissas e conclusão, de modo a relevar o *valor verdade* de suas proposições; além disso, serão enfatizados o uso da linguagem por Darwin e suas estratégias argumentativas.

Darwin se propõe a responder a seguinte pergunta:

> Como [...] a diferença pequena que existe entre as variedades aumenta até converter-se na diferença maior que há entre as espécies? (Darwin, 1872, p. 86)

Aqui, a seleção artificial será uma analogia importantíssima. Ele a exemplifica através das diferenças entre os cavalos de corrida e os de tração, as distinções entre as raças de pombos e as diferenças entre as raças do gado bovino. Em todos os casos, o produtor teria continuamente selecionado aqueles animais com as diferenças mais marcantes e obtido cria a partir deles ao longo de várias gerações. Além disso, aquelas variedades com características intermediárias, que não foram selecionadas artificialmente, seriam extintas. Isto faria com que as variedades fossem se diferenciando cada vez mais entre si e do tronco comum. Existiria nas produções domésticas, portanto, um princípio de divergência gerado pela seleção artificial.

Mas, nas palavras de Darwin, “como se pode aplicar à natureza um princípio análogo?” (Darwin, 1872, p. 87). Para responder a essa questão, ele se baseia principalmente na suposição que espécies mais próximas, ou indivíduos da mesma espécie, estão sujeitos a uma grande competição devido a seus hábitos e constituição similares, o que indicaria necessidades semelhantes.

Darwin exemplifica esta questão com o caso hipotético de um quadrúpede carnívoro. Supondo que esta espécie possui há bastante tempo um número de indivíduos médio para manter-se em seu ambiente, ela só poderá aumentar significativamente em número se deslocar seu nicho de alguma forma. Segundo Darwin, as variedades pertencentes a essa espécie poderiam se beneficiar pela diminuição da competição, se, por exemplo, passassem a se alimentar de outras presas, habitassem novos lugares ou se tornassem menos carnívoras. As variedades mais bem adaptadas a essas mudanças de nicho seriam mantidas, e o princípio de divergência continuaria a atuar, especializando cada variedade em seu novo ambiente. Assim, para Darwin,

as variedades se diferenciarão e ocuparão novos e diferentes postos na "economia da natureza", até alcançarem um nível de variação bem marcado que faça com que as chamemos de espécies.

Darwin utiliza este exemplo para fortalecer sua argumentação de que a diversidade proporciona menor competição. Na verdade, ele dá a entender que a biodiversidade de um ambiente seria o resultado da constante "tentativa" das espécies ou variedades em diminuir os efeitos das interações competitivas.

Além disso, Darwin apresenta mais uma analogia. Ele compara a necessidade de sistemas ecológicos e sistemas fisiológicos possuírem tipos variados, ao afirmar que:

> [A] vantagem da diversidade de estruturas nos habitantes de uma mesma região é, no fundo, a mesma que a da divisão fisiológica do trabalho nos órgãos de um corpo individual [...]. Nenhum fisiologista duvida de que um estômago adaptado a digerir só materiais vegetais, ou só carne, retira mais alimento destas substâncias. De igual modo, na economia geral de um ambiente, quanto mais extensa e perfeitamente diversificados estejam os animais e plantas para diferentes hábitos, tanto maior será o número de indivíduos que possam manter-se. (Darwin, 1872, p. 89-90)

Nota-se, portanto, que Darwin se utiliza de estratégias argumentativas, como exemplos hipotéticos e analogias – uma em relação aos efeitos da seleção artificial e outra a respeito dos benefícios da diversidade de estruturas nos sistemas fisiológicos – para apresentar sua argumentação sobre a divergência de caracteres. Estruturando-o de maneira sintética, seu argumento pode ser expresso da seguinte forma:

(P1) existe variação entre os indivíduos de qualquer espécie (princípio de variação);

{P2} parte desta variação pode ser herdada (princípio da hereditariedade);

(P3) existe competição entre os indivíduos que habitam um mesmo ambiente (princípio da luta pela existência);

{P4} a competição diminui a aptidão dos organismos (princípio da variação na aptidão);

(P5) a competição é menor entre indivíduos com maiores diferenças nas estruturas ou hábitos;

(C) as variedades e espécies de um mesmo ambiente se tornarão cada vez mais distintas (princípio da divergência de caracteres).

Embora não explicitadas por Darwin, foram incluídas duas premissas, {P2} e {P4}, necessárias para sua conclusão.

Esta argumentação para se inferir o princípio da divergência de caracteres (PDC) é muito semelhante àquela para se inferir o princípio de seleção natural (PSN) (os mesmos quatro princípios são utilizados como premissas).

No entanto, seus argumentos trazem algumas diferenças quanto a estes dois princípios. Na comparação entre o princípio da divergência e o princípio de seleção natural, para inferir PDC ele inclui mais uma premissa, (P5), segundo a qual a competição é menor entre indivíduos com maiores diferenças nas estruturas ou hábitos. Além disso, nota-se que o princípio de variação na aptidão não se limita a variações do indivíduo, de modo que pode ser aplicado a variações na interação, como fica claro com {P4}, segundo a qual a competição diminui a aptidão dos organismos. Se indivíduos adaptados a ambientes distintos que possuem função ecológica semelhante passam a compartilhar um mesmo ambiente, é esperado que haja um forte efeito deletério da competição entre eles. Isto é, apesar de possuírem variações individuais favoráveis no seu ambiente, uma alteração nas interações, sem qualquer modificação na estrutura dos indivíduos, pode produzir uma queda na sua aptidão. Neste caso, a seleção natural atuaria de modo a diminuir o efeito da interação competitiva, porque beneficiaria os organismos em questão.

Desta forma, nota-se que o princípio da divergência de caracteres foi analisado por Darwin num nível acima do princípio de seleção natural. Para o primeiro caso (PDC), Darwin enfatiza a interação num sistema ecológico, enquanto para o segundo (PSN) destaca as características individuais ou populacionais. De qualquer forma, para Darwin, a divergência cumulativa e "direcional" de caracteres só ocorre mediante ação da seleção natural. Isto é, para avançarmos de uma explanação fenomenológica para uma explanação mecanísmica é necessário que tratemos o princípio da divergência junto ao princípio de seleção natural, porque PSN => PDC. Além disso, isto nos permite notar como a seleção natural poderia agir em diferentes níveis. Darwin parece estar de acordo com esta posição, devido a seu argumento da divergência de caracteres em nível de comunidades, na medida em que vincula esse princípio a questões de diversidade e interações, temas típicos da ecologia de comunidades. A premissa de que a competição diminui a aptidão dos organismos mostra como a seleção natural pode atuar sobre interações; além disso, a abordagem de Darwin para a relação entre diversidade biológica e interações competitivas elucida como a estrutura de uma comunidade é resultado de interações que afetam a aptidão dos organismos. Não se trata de uma visão holística, tampouco reducionista, mas de uma abordagem sistêmica.

Referências Bibliográficas:

DARWIN, Charles Robert. *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*. 6ª ed. London: John Murray, 1872.

Concepções de Futuros Professores de Ciências/Biologia e Pedagogia sobre Criacionismo e Evolução

Daiana Evilin Gibram
Graduanda em Ciências Biológicas, Centro Universitário de Formiga, MG, Pesquisadora bolsista FAPEMIG
daianagibram@yahoo.com.br

Heslley Machado Silva
Doutorando pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Vinculado ao Centro Universitário de Formiga-MG e Universidade de Itaúna, MG, Pesquisador FAPEMIG
heslley@uniformg.edu.br

Elaine S. Nicolini Nabuco de Araujo
Doutora em Biologia, vinculada à Faculdade de Tecnologia, FATEC/Jahu,
enabuco@netsite.com.br

Paloma Rodrigues da Silva
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Unesp/Bauru
paloma.bio@hotmail.com

Resumo: Este estudo teve como objetivo analisar e comparar o posicionamento dos alunos de Biologia e de Pedagogia diante do tema Criacionismo e Evolução. Considerou-se importante conhecer tais concepções, pois o pedagogo (professor generalista) poderá ser responsável pelos primeiros saberes sobre Evolução Biológica, cujo aprofundamento caberá ao professor de Ciências/Biologia. Utilizou-se o questionário elaborado no âmbito do projeto europeu de investigação BIOHEAD-CITIZEN como coleta de dados. Sobre a origem da vida, as assertivas: *Com certeza a origem da vida resultou de um fenômeno natural* e *A origem da vida pode ser explicada através de um fenômeno natural, e não preciso da hipótese de que a vida foi criada por Deus*, consideradas mais evolucionistas, foram assinaladas por 8,2% (4,1% para cada) dos alunos de Pedagogia e 21% (12% e 9%) dos alunos de Biologia. Já as opções: *Com certeza a vida foi criada por Deus* e *A origem da vida pode ser explicada por um fenômeno natural, mas outra hipótese possível é a criação da vida por Deus*, entendidas como mais criacionistas, corresponderam a 91,8% (44,9% e 46,9%) das respostas dos alunos da Pedagogia e 79% (20% e 59%) das respostas dos alunos da Biologia. Em ambos os grupos, mas notadamente entre os alunos do curso de Pedagogia, as convicções religiosas influenciaram fortemente nas respostas dadas.

A influência da religião nas aulas de Ensino de Evolução é fato gerador de vários estudos a respeito de seu impacto na formação científica dos alunos. As dificuldades de aceitação e os debates gerados pelo tema são diversos. A influência cultural e familiar que os alunos são submetidos pode se tornar um obstáculo no ensino/aprendizagem em sala de aula, e como se não fosse suficiente, na maioria das vezes, o professor tem de lidar com seus próprios conflitos. "Sendo assim, os alunos que se negam a aceitar as teorias científicas em nome da religião e das leituras bíblicas reforçam a ideia do relato do Gênesis" (Souza, 2008, p.10), que propõe a criação dos seres vivos, da Terra e de todo universo, por um ser divino (Deus) num período de mais ou menos 10 mil anos atrás.

O presente estudo assenta-se no âmbito do projeto europeu "Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship" (BIOHEAD-CITIZEN; CIT2-CT2004-506015), que pretende explorar a multiculturalidade relacionada com o ensino de temas importantes e controversos ligados a Biologia, em destaque a Origem do Homem e da Humanidade. Segundo Carvalho e Clément (2007) o projeto BIOHEAD-CITIZEN tem por objetivo analisar as diferenças existentes entre diversos países, tendo-se por isso selecionado países europeus com diferenças geográficas, históricas, políticas e socioculturais, bem como países exteriores à Europa. O conjunto desses países é formado por 13 Europeus: Portugal, França, Reino Unido, Itália, Malta, Alemanha, Polónia, Hungria, Roménia, Lituânia, Estónia, Finlândia e Chipre, 5 Africanos: Senegal, Marrocos, Argélia, Tunísia e Moçambique e um do Oriente Próximo: Líbano. Para tanto, foi construído um questionário estruturado contendo 144 questões que foi respondido, nos anos de 2006 e 2007, por professores de Biologia, Língua Nacional e do Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano) em exercício e em formação, isto é, professores e estudantes dos cursos de Biologia, Letras e Pedagogia, de 19 países.

O estudo realizado em Formiga, Minas Gerais, teve como objetivo analisar o posicionamento dos alunos de Biologia e Pedagogia diante do tema Criacionismo e Evolução, e analisar as possíveis semelhanças e diferenças de concepções a cerca deste tema. Os dados foram coletados no Centro Universitário de Formiga-MG, no ano de 2012, tendo como base um questionário, traduzido para o português, elaborado no âmbito do projeto europeu de investigação BIOHEAD-CITIZEN. Seguindo orientações do projeto BIOHEAD-CITIZEN, um total de 50 estudantes de Biologia e 50 estudantes de Pedagogia responderam ao questionário.

Os resultados obtidos mostraram que os dois cursos possuem grande percentual de alunos criacionistas, sendo este número notadamente mais elevado entre os estudantes de Pedagogia. É notória também, a aceitação, por parte dos respondentes, tanto à teoria da evolução quanto ao criacionis-

mo, visto que, em ambos os cursos, o percentual de alunos que consideram ambas as concepções é elevado. Apesar de parecer que estes alunos aceitam a Teoria da Evolução Biológica, os mesmos não descartam a existência de um criador responsável por ela. Podemos perceber isso quando os alunos foram colocados diante de opções como: ***A64. Com qual das quatro afirmações seguintes concorda mais?*** *(Assinale apenas* ***UMA*** *resposta) 1)Com certeza que a origem da vida resultou de um fenômeno natural; 2)A origem da vida pode ser explicada através de um fenômeno natural, e não preciso da hipótese de que a vida foi criada por Deus; 3)A origem da vida pode ser explicada por um fenômeno natural, mas outra hipótese possível é a criação da vida por Deus; e 4)Com certeza que a vida foi criada por Deus,* e a opção que prevaleceu foi a que considera a criação da vida por ambas as teorias (Pedagogia 46,9%; Biologia 59%). Acreditamos que estes alunos possam ser adeptos do Design Inteligente. Sugerido pelo Bioquímico norte-americano, Michael J. Behe, em 1996 com o lançamento de *A caixa preta de Darwin*, a teoria do Design Inteligente defende que a teoria Darwiniana é insuficiente para explicar a complexidade biológica e que a vida não alcançaria o estágio atual sem um direcionamento planejado.

E novamente o índice de criacionistas se acentua, quando as análises das questões mostraram que em ambos os cursos foi baixo o percentual daqueles que consideraram apenas a Evolução Biológica, se comparada com o número de alunos que aceitam ambas as concepções.

Estes cursos foram escolhidos devido à influência que estes futuros professores poderão exercer sobre os seus alunos, e por constarem no protocolo do projeto que originou o questionário BIOHEAD-CITIZEN. No entanto, não podemos afirmar que estes futuros professores irão influenciar na construção dos conhecimentos de Evolução de seus alunos, pois, apesar de suas concepções estarem voltadas para o Criacionismo não significa que suas crenças irão intervir no assunto ministrado em sala de aula. Porém,

> [...] trabalhar uma concepção evolutiva em sala de aula ancorando-se em noções contrárias ao conhecimento científico, de forma intencional ou não, não é desejável, uma vez que os professores de biologia são os interlocutores entre o conhecimento biológico produzido e os alunos, e é no interior do processo de argumentação e construção do pensamento biológico que essas compreensões inconsistentes se revelam e contribuem para distorções conceituais nos alunos. (Silva, Andrade e Caldeira, 2010)

Referências Bibliográficas:

ARAÚJO, Elaine S. N. N.; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; CALUZI, João José; CARVALHO, Graça Simões. Concepções criacionistas e evolucionistas de professores em formação e em exercício. *VII ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências.* Florianópolis, 8 de no-

vembro de 2009.
BEHE, M. *A caixa-preta de Darwin*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.
CARVALHO, G.S.; CLÉMENT, P. Projecto "Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania": análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente). *Biology, Health and Environmental education for better citizenship project: analyses of text books and teachers conceptions from 19 countries*, 7 (2), 2007.
CLÉMENT, P.; QUESSADA, M. P.; LAURENT, C.; CARVALHO, G. S. Science and religion: evolutionism and creationism in education. A survey of teachers conceptions in 14 countries. *Proceedings of t XIII IOSTE Symposium – The use of science and technology education for peace and soustainable development*. Ankara: Palme Publications & Book shops. 2008: p.1148-1155. Disponível em: http://hdl.handle.net/1822/8934. Acesso em: 30 de abril de 2013.
SOUZA, C. M. de A. A presença do evolucionismo e do criacionismo em disciplinas do ensino médio (Geografia, História e Biologia): um mapeamento de conteúdos na sala de aula sob a ótica dos professores. Campinas, 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino e História das Ciências da Terra) – Instituto de Geociência, Universidade Estadual de Campinas.
SILVA, P. R. da; ANDRADE, M. A. B. S. de; CALDEIRA A. M. de A. Concepções de professores de biologia a respeito da diversidade dos seres vivos: uma análise, considerando o desenvolvimento histórico das ideias evolucionistas. *Scielo Books*: 147-167, 2010.

Carl Von Martius: contribuições históricas para a pesquisa etnobotânica

Daiane Martins Freitas
Mestre em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Santa Catarina
Professor, Secretaria de Educação do Estado de Santa Catarina
martinsf.daiane@gmail.com

Resumo: As informações sobre as espécies vegetais e suas utilidades, para as civilizações humanas, podem ser obtidas em várias fontes históricas como bibliografias antigas, exsicatas, fotografias, cartas, artefatos e também em diários de viagens escritos por naturalistas europeus, documentos ricos em descrições sobre o uso de espécies vegetais. Os documentos históricos podem ser utilizados como fonte de pesquisa em etnobotânica, pois através deles o ser humano foi listando as plantas úteis e descrevendo seus valores terapêuticos, comerciais, artesanais, etc. Este artigo tem como objetivo investigar quais informações podem ser extraídas a partir de uma análise de material bibliográfico histórico. O documento histórico selecionado para a

pesquisa foi publicado no ano de 1939, intitulado “Natureza, Doenças, Medicina e Remédios dos Índios Brasileiros”, uma tradução do livro do naturalista alemão Karl F. P. von. Martius: *Das Naturell, die Krankheiten, das Arztthum und die Heilmittel Brasiliens Urbewohner*, publicado em 1844.

Em tempos remotos, os naturalistas eram enviados para áreas ocupadas por grupos culturais tradicionais, com o objetivo de estudar e coletar plantas, animais e minerais úteis, e exportá-los para o mundo moderno. Essas viagens e estudos eram pensados, sobretudo, como forma de exploração comercial.

O naturalista alemão Carl F. P. von Martius percorreu o território brasileiro durante o século XIX, tornando-se um dos mais importantes pesquisadores alemães que estudaram o Brasil, especialmente a região Amazônica, também se destacou como médico, botânico e antropólogo. O seu maior legado reconhecido até os dias atuais foi a publicação de sua notória obra *Flora Brasiliensis*, produzida entre os anos de 1840 e 1906 em colaboração com os editores August Wilhelm Eichler e Ignatz Urban, e que contou com a participação de 65 especialistas de vários países. O contexto da viagem do naturalista ao Brasil se deu após a invasão de Napoleão Bonaparte a Portugal, que expulsou a família real portuguesa e sua corte para o Rio de Janeiro, no início de 1808. No final de 1816, com o início das negociações para o casamento de D. Pedro I com a arquiduquesa da Áustria, D. Carolina Josefa Leopoldina, forma-se uma comitiva que a acompanhará ao Brasil. O rei da Baviera, interessado na possibilidade de participar do comércio de produtos tropicais, aproveitou a ocasião para incluir na comitiva a comissão da Academia Real de Ciências da Áustria com uma missão científica e artística ao Brasil; integravam esta missão tanto Martius, pela Academia de Ciências da Baviera, quanto Johann Baptist von Spix, pelo Museu Zoológico de Munique. A comitiva de D. Leopoldina partiu de Trieste, hoje na Itália, em 10 de abril de 1817. Martius chegou ao Brasil em 15 de julho de 1817 e realizou suas primeiras observações na cidade do Rio de Janeiro e arredores.

Ao contrário de outros países latino-americanos, o Brasil obteve sua independência sem grandes conflitos, um dos motivos foi por ter servido de exílio para a família real portuguesa, o que tornava a viagem mais segura. Isso despertou o interesse de outros países e naturalistas europeus, outro motivo foi à imensa vontade em conhecer a exuberante natureza brasileira a fim de coletar plantas úteis e exportá-las para o mundo europeu. Alem destes, as ideias do Iluminismo influenciaram na formação acadêmica dos naturalistas desta época, as novas concepções da ciência tornavam os homens cada vez mais proprietários das terras, dos objetos, do mundo. É nesta ânsia intensa pela apropriação de novos lugares que as expedições ao Novo Mundo se introduzem, promovendo um redescobrimento do mundo. Neste contexto, os trabalhos realizados foram descrições físicas detalhadas dos

índios e listagens e coletas de plantas, animais, insetos, minerais, entre outras substâncias que eram utilizadas para remédios, alimentação, construções, etc. Na introdução do seu livro, Martius (1844, p. 2) explica: "Pairava no espírito da época, e interessava ao descobridor de então, descrever muita coisa referente à constituição física dos habitantes do continente descoberto, como extravagante, maravilhosa e destoando dos tipos da organização humana, conhecidos naquele tempo".

Nos dias atuais, a etnobotânica é a área da ciência que trata de estudos voltados para o conhecimento dos grupos culturais tradicionais, abordando as inter-relações entre as sociedades e os recursos naturais, considerando o ecossistema dinâmico e conectado. Para Medeiros (2009) "Etnobotânica é a ciência que se preocupa em estudar as inter-relações passadas e presentes que se estabelecem entre as pessoas e as plantas, em sua dimensão botânica, antropológica, ecológica e histórica". Neste sentido, os documentos históricos podem ser utilizados como fonte de pesquisa em etnobotânica, pois através deles o ser humano foi listando as plantas úteis e descrevendo seus valores terapêuticos, comerciais, artesanais, etc. Ou seja, o uso das espécies vegetais se perpetuou na história da humanidade chegando até os dias de hoje, sendo amplamente utilizadas por grande parte da população mundial. Segundo Noelli (1998), a pesquisa histórica desempenha um importante papel no desenvolvimento de estudos de etnofarmacologia, ampliando a capacidade de coleta de dados sobre as plantas empregadas como remédios, bem como os métodos curativos e os seus significados.

Tendo em vista a grande possibilidade de estudos em documentação histórica, este trabalho teve por objetivo investigar quais informações podem ser extraídas a partir de uma analise de material bibliográfico histórico. A publicação selecionada para a análise foi: "Natureza, Doenças, Medicina e Remédios dos Índios Brasileiros". Trata-se de uma versão em português, da obra escrita originalmente por Martius em 1844 (*Das Naturell, die Krankheiten, das Arztthum und die Heilmittel Brasiliens Urbewohner*), publicada pela Companhia Editora Nacional no ano de 1939, com a tradução, prefácio e notas realizadas por Dr. Pirajá da Silva. A obra é um apanhado geral sobre a vida, costumes, fisiologia, características físicas, doenças, medicina e remédios dos índios brasileiros do século XIX, o marco inicial da etnografia científica brasileira.

Foram encontradas 77 citações de vegetais utilizados pelos ameríndios da época. Os epítetos encontrados pertencem a 39 famílias e 71 gêneros, a maioria das espécies nativas, no entanto há algumas originárias de outros continentes, que foram introduzidas desde o início da colonização europeia. As famílias mais citadas foram Euphorbiaceae com 12 espécies mencionadas, seguida de Araceae (oito espécies), Myrtaceae (seis espécies), Fabaceae e Solanaceae cinco espécies cada uma das famílias. As espécies citadas por

Martius foram divididas em quatro categorias de uso: Alimentícias que apresentaram 29 citações; Medicinais com 28 citações; Cultivadas cinco citações; Exóticas com cinco citações e Outras Utilidades (caça, pesca, utensílios, corantes, óleos, resinas, venenos, etc.) com 18 citações. Algumas das espécies foram citadas em mais de uma categoria de utilidade. Mesmo existindo grandes diferenças ideológicas dentro de cada período histórico e de cada sociedade, é possível fazer uma compilação das informações de séculos passados com intuito de auxiliar trabalhos recentes em etnobotânica. Muitas questões podem ser trabalhadas baseadas nos documentos históricos, como por exemplo, as espécies vegetais cultivadas. Na obra analisada o inhame (*Colocasia antiquorum* Schott) é utilizado como legume quando cozido, também o aipim (*Manihot aypi* Pohl) utilizado na alimentação e o milho (*Zea mays* L.) utilizado na alimentação e fabricação da Chichia bebida fermentada muito apreciada entre os índios, entre outras. Estes dados revelam a importância que cada espécie apresentava para a tribo, conforme Martius algumas espécies eram vistas como "Míticas", ou seja, possuíam um maior valor para a cultura indígena.

A análise demonstrou que os povos ameríndios, de épocas remotas, domesticavam e cultivavam as espécies de interesse, através de suas roças. Ou seja, ao longo da história o homem tem interagido com seu ambiente, gerando e aumentando a variabilidade genética das espécies; não apenas pelo manejo da área, mas também, porque esse manejo pode promover a oportunidade para que as espécies, capazes de se reproduzir sexualmente, gerem outros tipos de variedades de plantas (Martins, 2001). Segundo Noelli (1998, p. 179) "A pesquisa histórica das fontes documentais publicadas ou depositadas em arquivos é um meio tão eficiente quanto os empreendidos pelos etnofarmacólogos que atuam entre os povos indígenas da Amazônia na atualidade". E ainda, Brandão (2008) diz que grande parte da informação disponível sobre o uso de plantas medicinais nativas do Brasil foi compilada por naturalistas europeus que viveram ou viajaram por todo o país. Nesta perspectiva, as informações resgatadas nos documentos históricos não devem ficar restritas apenas as listas de espécies úteis, mas devem também, procurar sempre que possível, relacionar o contexto histórico em que os documentos foram escritos. Estas análises podem auxiliar o pesquisador, em etnobotânica, a entender e perceber as relações das sociedades com a natureza no decorrer da história, podendo relacionar as concepções de mundo existentes no passado histórico com as concepções construídas nos dias atuais.

Referências Bibliográficas:

MARTIUS, Karl F. P. Von. Natureza, Doenças, Medicina e Remédios dos Índios Brasileiros, in: SILVA da P. (Trad.). *Brasiliana*, 154, 2 ed. São

Paulo: Companhia Editora Nacional, 1939.
MEDEIROS, M.F.T. *Etnobotânica Histórica: Princípios e Procedimentos.* Recife: NUPEEA, 2009.
NOELLI, F. S. Múltiplos usos de espécies vegetais pela farmacologia Guarani através de informações históricas. *Revista Diálogos*, 2: 177-199, 1998.
MARTINS, P. S. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. Pp. 369-384, in: VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; OREN, D. C. & D´INCAO, M. A. (eds.) *Diversidade biológica e cultural da Amazônia.* Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001.
BRANDÃO, M. G. L.; ZANETTI, N. N. S.; OLIVEIRA, P.; Grael, C. F. F.; SANTOS, A. C. P. & MONTE-MÓR, R. L. M. Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. *Journal of Ethnopharmacology*, 120: 141–148, 2008.

Colecionismo e princípio da vida na obra de Charles Gaudichaud-Beaupré (1789 - 1854): configurações e controvérsias do campo francês da Botânica no século XIX

Daniel Dutra Coelho Braga
Mestrando em História Social no PPGHIS, Universidade Federal do Rio de Janeiro
daniel.dutra@bol.com.br

Resumo: O presente trabalho analisa a trajetória e as formulações científicas de Charles Gaudichaud-Beaupré (1789-1854), farmacêutico e botânico francês cuja formação se deu parcialmente nos quadros da Marinha francesa. Integrando posteriormente esta instituição, Gaudichaud participou de viagens científicas de volta ao mundo, junto a Freycinet, entre 1817 e 1820, e junto a Vaillant, entre 1836 e 1837. Suas publicações referentes a tais viagens denotam uma mudança, ao longo de sua trajetória, na base teórica de suas formulações. Em publicações de 1851, referentes à viagem de 1836, Gaudichaud imputa à Botânica o estudo do princípio da vida, estabelecendo uma distinção entre a História Natural do final do século XVIII e a Botânica tal como reconfigurada em meados do século XIX. Além disso, adere a uma nova forma de colecionismo, comprometida com a identificação de tal princípio, diferentemente do que veiculou nas publicações de 1826 referentes a sua primeira viagem. Finalmente, sua participação na Academia de Ciências francesa demonstra o quanto o botânico interagiu com controvérsias científicas de sua época, sobretudo ao estabelecer uma relação direta entre o princípio da vida e a vontade divina. Além disso, destaca-se o inventário de famílias botânicas caras à indústria e economia tropicais, uma constante em suas publicações. O estudo da obra de Gaudichaud aponta, portanto, para a ampla relação entre a Botânica francesa oitocentista e quadros mais amplos de interações científicas, políticas e econômicas.

Charles Gaudichaud-Beaupré nasceu em setembro de 1789. Em 1808, Gaudichaud se muda para Paris, no intuito de finalizar seus estudos de farmácia, iniciados em âmbito familiar (Chassaigne, 1953; Courcou, 1999). Após a mudança, parte de sua formação se deu em meio aos quadros da Marinha francesa, o que favoreceu seu ingresso em expedições científicas. A tendência a recrutrar naturalistas formados pela própria Marinha foi preponderante nas primeiras décadas do século XIX, o que reconfigurou a forma de realização deste tipo de viagem de coleta científica (Kury, 2001). A primeira viagem de circunavegação de Gaudichaud se deu na corveta "Uranie", comandada por Louis de Freycinet, entre 1817 e 1820. Posteriormente o botânico integrou a expedição de Auguste Vaillant na corveta *"La Bonite",* entre fevereiro de 1836 e novembro de 1837 (Taillemite, 1999: 482-485, 576). Além disso, Gaudichaud se tornou membro da Academia de Ciências francesa (Chassaigne, 1953; Courcou, 1999).

Tendo em vista as informações supracitadas, o presente trabalho analisa a especificidade das formulações científicas de Gaudichaud-Baupré no tocante à Botânica, com base sobretudo nas publicações referentes à viagem "*La Bonite*". Para tanto, compara-se, mediante análise historiográfica, tais formulações a algumas oriundas do campo da História Natural do final do século XVIII. Além disso, analisa-se a trajetória científica de Gaudichaud, mediante recurso aos conceitos de trajetória e campo científico tal como formulados por Pierre Bordieu (1994; 2004).

Os estudos referentes a Botânica feitos com base na viagem "*La Bonite*" só foram publicados por Gaudichaud a partir de 1851, sendo a série de publicações encerrada somente em 1866, após a morte do botânico. No prefácio da publicação, o viajante reitera que a finalidade principal de suas últimas duas viagens foi a de realizar pesquisas nos campos da anatomia, fisiologia e organogenia, sendo essa a condição sob a qual a administração superior da Marinha francesa teria permitido o uso de navios do Estado na viagem. O prefácio indica ainda a presença de uma controvérsia científica no seio do campo botânico francês do século XIX. No intuito de replicar os fundamentos de uma obra elementar publicada com a aprovação do Conselho real de instrução pública, Gaudichaud se dedica à publicação de 1851, opondo-se a obras e cientistas que chegavam até mesmo a integrar a própria Academia de Ciências (Gaudichaud, 1851a, p. 5-14).

Para o viajante, a Botânica não se resumiria a enumerar ou descrever os orgãos vegetais, suas raízes e folhas, ou a identificar padrões e relações simétricas que possibilitassem a dedução de classificações naturais. Nesse sentido, evidencia-se um afastamento do botânico em relação à configuração da disciplina História Natural, sobretudo em sua matriz do século XVIII (Gaudichaud, 1851a, p. 17). O próprio Gaudichaud evidencia compreender

a disciplina História Natural nesses termos. Logo, os textos do viajante corroboram interpretações historiográficas – tal qual a de Foucault (1966) - que identificam na História Natural do século XVIII a primazia da classificação de elementos naturais a partir de quadros, além de identificar uma ruptura entre tal concepção da História Natural e as concepções que viriam a emergir no século XIX, baseadas no princípio da ideia de vida.

Uma análise comparativa das publicações de Gaudichaud confirma a hipótese segundo a qual o viajante se situou de maneira diferenciada, ao longo de sua trajetória, nos campos da História Natural. No intuito de se contrapor à mera História Natural, Gaudichaud evidencia, em 1851, sua adesão às novas ciências, dentre as quais destaca: a organogenia, concebendo-a como a formação dos diversos tecidos de todas as partes das plantas; a anatomia, a qual indicaria a ordem e a repartição de tais tecidos, diversos nos órgãos especiais; e, finalmente, a fisiologia, a qual precisaria as funções gerais e particulares dos tecidos. Tais novas ciências buscariam dar compreender o princípio da vida, indo além da mera possibilidade de estabelecer classificações (Gaudichaud, 1851a: 18-19, 26). Todavia, essa adesão acontece em um momento específico da trajetória do viajante, posto que não há nenhuma menção ao princípio da vida e à organização disciplinar dele decorrente no tomo *"Botanique"* referente à primeira expedição científica da qual Gaudichaud fez parte, entre 1817 e 1820 (Gaudichaud, 1826). Cabe ressaltar que, a pedido do próprio comandante Freycinet, Gaudichaud foi inteiramente responsável por tal publicação (Taillemite, 1999).

Ainda assim, é possível identificar um ponto de continuidade em relação ao programa demonstrado por Gaudichaud e algumas formulações do campo da História Natural oitocentista: a ordem natural é concebida como fruto da ação divina. Nas palavras do botânico, o princípio da vida revelaria uma vontade divina (Gaudichaud, 1851a: 29). Embora a ideia de princípio da vida e as concepções acerca das transformações na natureza dele decorrentes sejam específicas do período de Gaudichaud, o fato de o botânico oitocentista não excluir a religião do domínio de suas formulações científicas permite que o estabelecimento de uma relação entre seus trabalhos e os de gerações anteriores. Nesse ponto específico, cabe compará-lo a naturalistas renomados do século XVIII, tais como Lineu - o qual formulou, mediante a ideia de economia da natureza, uma ideia de natureza sob a qual haveria elementos interdependentes mediante relações funcionais concebidas pela providência (Koerner, 1996a, 1996b; Kury, 2001) - ou até mesmo Buffon, o qual, em determinado momento de sua trajetória, terminou por incluir a referência a uma ordem divina em sua compreensão da História Natural e das transformações dos elementos naturais ao longo do tempo (Gusdorf, 1972; Roger, 1997). Ainda no tocante a Lineu, contudo, evidencia-se que as novas formulações no campo da Botânica permitem a identificação de uma

distinção radical entre o naturalista setecentista e o botânico francês: o programa de viagens científicas, bem como o papel do colecionismo botânico nestas, foi concebido de maneira diferente por cada um.

Finalmente, é possível relacionar as preocupações de Gaudichaud, ao final de sua vida, a um quadro mais amplo de relações sociais, no qual estaria em jogo não apenas a eficácia epistemológica das formulações em torno da Botânica, mas sim os usos dos elementos naturais e a visão de mundo a eles atrelada, sobretudo se constatarmos que a Academia de Ciências francesa foi um locus de atuação e influência política, no qual as formulações referentes a valores religiosos eram alvos de intensa disputa. A Botânica, ao receber seção específicana Academia, embora tenha tido a chance de se desenvolver autonomamente em relação a outras disciplinas, não foi afastada de tais controvérsias (Crosland, 2002).

Referências Bibliográficas:

BOURDIEU, Pierre. Pour une science des œuvres, in: *Raisons pratiques. sur la théorie de l'action.* Paris: Éditions du Seuil, 1994.

———. *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico.* São Paulo: Editora UNESP, 2004.

CHASSAIGNE, P. Un grand pharmacien méconnu: Charles Gaudichaud-Beaupré, botaniste, voyageur et protecteur des lettres. *Revue d'histoire de la pharmacie*, 41e année, 136: 1-5, 1953.

COURCOU, Guy. Charles Gaudichaud, pharmacien de la Marine au temps des voyages de circumnavigation (1789-1854). *Revue d'histoire de la pharmacie*, 87e année, (321): 37-48, 1999.

CROSLAND, Maurice. *Science under control: the French Academy of Sciences, 1795-1914* [1992]. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

FOUCAULT, Michel. *Les mots et les choses.* Paris: Gallimard, 1966.

GAUDICHAUD-BEAUPRÉ, Charles. *Voyage autour du monde, entrepris par ordre du Roi: botanique.* Paris: Pillet Aîné, 1826. Disponível em <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96690q/> Acessos em: 25 de fevereiro de 2013.

GAUDICHAUD-BEAUPRÉ, Charles. *Voyage autour du monde : exécuté pendant les années 1836 à 1837 sur la corvette "la Bonite" commandée par M. Vaillant. Botanique. Introduction. Preimière Partie.* Paris: Arthur Bertrand, 1851a. Disponível em:<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k969760> Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

GAUDICHAUD-BEAUPRÉ, Charles. *Voyage autour du monde : exécuté pendant les années 1836 à 1837 sur la corvette "la Bonite" commandée par M. Vaillant. Botanique. Introduction. Seconde Partie.* Paris: Arthur

Bertrand, 1851b. Disponível em <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96977b> Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.
GUSDORF, Georges. *Dieu, la nature, l'homme au siècle des lumières.* Paris: Payot, 1972.
KOERNER, Lisbet. Purposes of Linnaean travel: a preliminary research report, in: MILLER, David Philip; REILL, Peter Hanns (eds). *Visions of empire: voyages, botany, and representations of nature.* Cambridge/New York: Cambridge University Press, 1996 (a).
KOERNER, Lisbet. Carl Linnaeus in his time and place. Pp. 145-162, in: JARDINE, N.; SECORD, J.A.; SPARY, E. (eds.). *Cultures of Natural History*. Cambridge/New York: Cambridge University Press, 1996 (b).
KURY, Lorelai. *Histoire naturelle et voyages scientifiques.* Paris: L'Harmattan, 2001.
ROGER, Jacques. *The life sciences in eighteenth-century french thought.* Trad. Robert Ellrich. Stanford: Stanford University Press, 1997.
TAILLEMITE, Étienne. *Marins français à la découverte du monde. De Jacques Cartier à Dumont d'Urville.* Paris: Fayard, 1999.

A controvérsia sobre a geração espontânea entre Needham e Spallanzani

Eduardo Crevelário de Carvalho
Mestre em Ensino de Biologia, Professor de Ciências da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, EMEF Luíz Roberto Mga.
edu.carvalho@usp.br / educrevelario@gmail.com

Resumo: No século XVIII, houve intensos debates entre defensores de diferentes teorias que procuravam explicar a "geração" dos seres vivos. Dentro desse contexto, é bem conhecida a controvérsia entre o naturalista inglês John Turberville Needham (1713-1781) e o naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799). As controvérsias científicas oferecem elementos de análise particularmente interessantes, uma vez que explicitam aspectos epistêmicos e não-epistêmicos da pesquisa científica, mais evidentes em situações de conflito que nas de consenso. Dentre as propriedades epistêmicas das controvérsias científicas, Marcelo Dascal destaca: mudança de tópico; questionamento generalizado; preocupação hermenêutica; abertura e fechamento; estrutura flexível e racionalidade *soft*. A controvérsia Needham-Spallanzani foi pública e contou com participação de naturalistas importantes daquele período. O desenvolvimento da contenda incluiu o questionamento dos pressupostos fatuais (surgimento ou não surgimento de animálculos nas infusões), metodológicos (tempo de fervura ou modo de fechar os frascos) e conceituais (força vegetativa, propriedades do ar) de seus adversários. Além disso, questões de interpretação estiveram presentes em todos os níveis da

controvérsia, uma vez que os resultados dos experimentos de Needham e Spallanzani foram interpretados com base em concepções epistemológicas distintas. Quanto ao encerramento da controvérsia, não houve um acordo final a respeito da origem dos animálculos que surgiam nas infusões, pois ambas as explicações eram aceitáveis naquele período.

A História das Ciências é pontuada por controvérsias científicas. Durante o desenvolvimento histórico das ciências diversas teorias foram propostas para explicar os mais variados fenômenos. Muitas foram rejeitadas imediatamente ou não foram levadas a sério, outras foram abandonadas mesmo após tentativas para defendê-las. Algumas teorias foram aceitas durante décadas ou séculos e em algum momento da história foram substituídas por outras mais simples ou que apresentavam soluções que suas rivais não contemplavam. Finalmente, outras ainda, permaneceram aceitas desde que foram propostas.

O objetivo deste trabalho é discutir as controvérsias científicas à luz das propriedades epistêmicas indicadas por Marcelo Dascal, aplicando-as à controvérsia sobre a geração espontânea entre o naturalista inglês John Turberville Needham (1713-1781) e o naturalista italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799) sobre o tema da "geração" dos seres vivos.

No século XVIII, o debate sobre a geração espontânea se desenvolveu em meio à contenda epigênese *versus* pré-formação, principalmente porque os desdobramentos da teoria epigenética implicavam que os organismos pudessem ser gerados espontaneamente a partir da matéria inanimada, enquanto os pré-formacionistas a negavam. Nesse período, as discussões entre as teorias de geração dos seres vivos eram intensas, e até a primeira metade do Setecentos a teoria pré-formacionista prevaleceu em relação à epigênese, em grande medida por conta das contribuições de naturalistas como Charles Bonnet (1720-1793), Albrecht von Haller (1708-1777) e René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757). A epigênese, por sua vez, sofreu uma grande reformulação a partir da metade do século XVIII e passou a receber forte apoio, principalmente, devido ao trabalho de naturalistas como Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) e Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788).

Em 1748, John Turberville Needham enviou um relato bastante detalhado à *Royal Society* de Londres intitulado *A summary of some late observations upon the generation, composition and decomposition of animal and vegetable substances* (Um resumo das últimas observações sobre a geração, composição e decomposição das substâncias animais e vegetais). Este continha uma série de experimentos com evidências favoráveis à geração espontânea. "No relato ele apresentou também a teoria de que haveria uma 'força produtiva' na natureza que ele chamou de 'força vegetativa' ou 'poder vegetativo'" (Prestes e Martins, 2010, p. 81). *A summary of some late*

observations, de 1748, é, pois, a obra em que Needham critica a teoria pré-formista e propõe sua teoria sobre as "forças ativas" da natureza, "por argumentos derivados não apenas das observações, que são óbvias a todo naturalista, mas experimentos (*experiments*) feitos com substâncias animais e vegetais, durante todo o verão do presente ano" (Needham, 1749, p. 622). Além disso, criticou a geração espontânea "no modo como foi proposta pelos antigos", vindo a propor uma formulação distinta, com a intervenção divina sobre a matéria inerte. Needham contou com o apoio de Buffon, pois sua interpretação se harmonizava com a "teoria das moléculas orgânicas" do naturalista francês.

Em 1761, o padre italiano Lazzaro Spallanzani iniciou suas investigações microscópicas levando em conta as objeções apontadas por Réaumur e Bonnet. Os resultados foram publicados quatro anos depois do início dos estudos, em 1765, no *Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il sistema della generazione de' Signori di Needham e Buffon* (Ensaio de observações microscópicas sobre o sistema da geração dos Senhores Needham e Buffon), livro que conferiu rápida fama a seu autor. Em resumo, o *Saggio di osservazioni microscopiche* contém uma série de experimentos planejados e executados para refutar as ideias de Buffon e Needham, conforme ilustrado no título da obra. Os argumentos de Spallanzani procuravam refutar a noção de "partes ou moléculas orgânicas" de Buffon e a noção de "forças vegetativas" de Needham. "Unidas essas duas ideias davam uma nova formulação à geração espontânea dos organismos microscópicos" (Prestes, 2003, p. 213). A esse livro se seguiram uma réplica contendo comentários e objeções feitos por Needham em obra publicada em 1769, e uma tréplica de Spallanzani publicada em uma coletânea de trabalhos, *Opuscoli di fisica animale e vegetabile* (Opúsculos de Física animal e vegetal) de 1776.

Quanto ao encerramento do debate Needham-Spallanzani pode-se dizer que não houve um acordo final a respeito da origem dos animálculos que surgiam nas infusões. Ambas as explicações eram aceitáveis naquele período, pois os resultados obtidos por meio de longas séries de experiências foram interpretados com base em concepções epistemológicas distintas (Prestes e Martins, 2010). Needham manteve sua crença de que na matéria residia uma força vegetativa capaz de produzir os animálculos a partir da decomposição. Spallanzani, por sua vez, concluiu que a força vegetativa de Needham era uma "quimera" e não passava de especulação. A controvérsia não pode ser considerada resolvida, simplesmente porque não foi encerrada definitivamente. De fato, os sistemas defendidos por Needham e Spallanzani, epigênese e pré-formação, respectivamente, foram abandonados no final do Setecentos. Entretanto, o debate sobre a geração espontânea não terminou naquele século, apesar de Lazzaro Spallanzani considerar ter fornecido

evidências experimentais suficientes para encerrar a controvérsia. No século XIX o tema voltou a ganhar destaque entre a comunidade científica da época, e foi protagonizado por Félix Pouchet e Louis Pasteur. Mesmo nesse momento, conforme Prestes e Martins (2010), a controvérsia não foi encerrada, uma vez que outros pesquisadores continuaram investigando o tema.

Como se depreende das publicações dos dois autores, a controvérsia sobre a geração espontânea entre Needham e Spallanzani foi pública e contou com intensa participação da comunidade de pesquisadores da época. Durante o desenvolvimento da contenda é possível identificar algumas das propriedades epistêmicas que Marcelo Dascal confere às controvérsias científicas, a saber: mudança de tópico; questionamento generalizado; preocupação hermenêutica; abertura e fechamento; estrutura flexível e racionalidade *soft* (Dascal, 2005, p. 24). Houve um *questionamento generalizado* de ambos os lados da contenda, uma vez que a expansão da problemática incluiu o questionamento dos pressupostos fatuais (surgimento ou não surgimento de animálculos nas infusões), metodológicos (tempo de fervura ou modo de fechar os frascos) e conceituais (força vegetativa, propriedades do ar) de seus adversários. Outra propriedade apontada por Dascal é *preocupação hermenêutica*, uma vez que questões de interpretação estiveram presentes em todos os níveis da controvérsia, elas são percebidas como contendo em si pressuposições distintas (germes presentes na matéria infusa, nas paredes dos frascos, no ar do interior dos frascos) e mal-entendidos (na visão de Needham, Spallanzani teria tomado a sua ideia de "força vegetativa" como semelhante à de "causa vegetativa" de Aristóteles). Esses aspectos permitem identificar o episódio como uma controvérsia entre teorias rivais.

Referências Bibliográficas:

DASCAL, Marcelo. A dialética na construção coletiva do saber científico. Pp. 15-31, in: REGNER, Anna Carolina K; ROHDEN, Luiz (Org.); *A Filosofia e a Ciência redesenham horizontes*. São Leopoldo, RS: Editora Unisinos, 2005.

NEEDHAM, John Turberville. *Observations upon the generation, composition, and decomposition of animals and vegetables substances*. London: [s.e.], 1749.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *A biologia experimental de Lazzaro Spallanzani (1729-1799)*. São Paulo, 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

SPALLANZANI, Lazzaro. *Dissertazioni due dell'Abate Spallanzani. Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il sistema della generazione dei Signori di Needham, e Buffon. De Lapidibus ab aqua resilientibus Dissertatio*. Modena: Eridi Bart. Soliani, 1765.

———. *Opuscoli di fisica animale e vegetabile dell' abate Spallanzani; aggi*

untevi alcune lettere relative ad essi Opuscoli dal celebre Signor Carlo Bonnet di Ginevra, e da altri scritte all'autore. Modena: Societá Tipografica, 1776. 2 vols.

———. *Nouvelles recherches sur les découvertes microscopiques, et la generation des corps organisés. Ouvrage traduit de l'italien de M. l'abbé Spallanzani par M. l'abbé Regley [...] Avec des notes, des recherches physiques et métaphysiques sur la nature et la religion, et une nouvelle théorie de la terre. Par M. de Needham*, Londres/Paris: Chez Lacombe, 1769. Disponível em: http://archive.org/details/nouvellesrecherc00spal. Acesso em: 03de julho de 2011.

Evolução e religião: concepções de professores brasileiros e portugueses em formação e em exercício

Elaine S. Nicolini Nabuco de Araujo
Doutora em Biologia, vinculada à Faculdade de Tecnologia, FATEC/Jahu
enabuco@netsite.com.br

Ana Maria de Andrade Caldeira
Doutora em Educação, Livre-Docente, Departamento de Educação, Unesp/Bauru
anacaldeira@fc.unesp.br

Paloma Rodrigues da Silva
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Unesp/ Bauru
paloma.bio@hotmail.com

Graça S. Carvalho
Professora Catedrática, Universidade do Minho, Portugal
graca@ie.uminho.pt

Resumo: No Brasil, a discussão sobre influência da religião no ensino de evolução tem despertado o interesse dos pesquisadores, entre outras razões, pela disseminação de idéias criacionistas e pelo crescimento de grupos evangélicos. Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto Europeu BIOHEAD-CITIZEN, que considera que o conhecimento científico, os valores e as atitudes dos professores podem influenciar em suas práticas docentes. Um questionário contendo 144 questões sobre saúde, evolução, meio ambiente foi respondido por professores e estudantes de graduação de 19 países da Europa, África e Oriente Médio. O referido projeto foi

estendido para o Brasil, com o objetivo de avaliar as concepções evolucionistas e criacionistas de professores de biologia em formação e em exercício. O levantamento de tais concepções pode auxiliar, por exemplo, na compreensão de como os professores lidam com possíveis conflitos, referentes ao evolucionismo *versus* criacionismo, em sala de aula. Estes dados foram comparados com os obtidos em Portugal. Observou-se, uma forte influência de valores religiosos nos grupos brasileiros quando comparados aos grupos portugueses.

Em razão dos 200 anos do nascimento Charles Darwin (1809- 1882) e dos 150 anos do livro *A origem das espécies*, várias pesquisas nacionais e internacionais de percepção pública foram realizadas, com o objetivo de investigar as concepções dos cidadãos sobre o tema evolucionismo x criacionismo. No Brasil, por exemplo, uma pesquisa de opinião pública (Schwartsman, 2010), publicada pelo jornal *Folha de São Paulo*, revelou que para a maioria dos brasileiros (59%) "o ser humano é o resultado de milhões de anos de evolução, mas em processo guiado por um ente supremo. Apenas 8% consideram que a evolução ocorre sem interferência divina." No âmbito internacional, destacou-se o trabalho britânico "Rescuing Darwin" desenvolvido pelos institutos britânicos *Theos* e *Faraday*, ambos com forte influência religiosa. No Brasil essa pesquisa foi apresentada e discutida também no jornal *Folha de São Paulo* (Colombo, 2009), apontando que mais da metade dos ingleses não são favoráveis à teoria da evolução. O sociólogo Antônio Flávio Pierucci interveio, aventando a possibilidade de o resultado da referida pesquisa ser muito diferente no Brasil, pois aqui haveria pouca penetração do movimento criacionista. Bizzo, Gouw e Pereira (2013) criticaram duramente as questões contidas na pesquisa "Rescuing Darwin", em especial a pergunta "O evolucionismo ateísta, que afirma que a evolução torna desnecessário e absurdo pensar em Deus, é...", considerando-a capciosa. Estes autores propuseram questões específicas sobre crença em Deus e aceitação da evolução.

Assim, afirmações como "sou uma pessoa religiosa ou uma pessoa de fé" e "participo com frequência das reuniões da minha religião" foram incluídas em um formulário de pesquisa, ao lado de outras como "minha religião me impede de acreditar na evolução biológica" e "as espécies atuais de animais e plantas se originaram de outras espécies do passado" (Bizzo, Gouw & Pereira, p. 29, 2013).

As questões mencionadas na citação anterior, juntamente com outras, foram respondidas por estudantes, de 15 anos, em média. Um resultado interessante, apontado por Bizzo, Gouw e Pereira (2013, p. 30), refere-se à discordância de 80% dos católicos e de 67% dos evangélicos da afirmação "minha religião me impede de acreditar na evolução biológica". Além disso, segundo os mesmos autores, "fração quase idêntica dos evangélicos (68%) concordou que a evolução ocorre tanto em animais quanto em vegetais – no

caso dos católicos, a concordância com essa generalização foi pouco maior (71%)" (Bizzo, Gouw e Pereira, 2013, p. 30). Uma das conclusões da referida pesquisa é que os estudantes brasileiros, independente da religião que praticam (católica, evangélica, etc.), tenderiam a dizer sim à questão "Acredito em Deus e em Darwin". Esta constatação, segundo os autores, contraria as expectativas de que com o crescimento de evangélicos no país[7] a influência da religião no ensino aumentaria. A influência da religiosidade da política brasileira foi apontada, por exemplo, por Machado e Mariz (2004) ao analisarem o caso do Rio de Janeiro, no qual o governo da época propôs uma série de intervenções no e educacional de cunho dogmático, incluindo o ensino do tema criacionismo nas aulas de ciências, como uma explicação alternativa para os fenômenos naturais.

Tidon e Lewontin (2004) chamaram à atenção para o aumento no número de publicações da Sociedade Brasileira Criacionista, criada em 1972, com traduções de livros com visões distorcidas sobre a teoria evolucionista. Meyer e El Hani (2005) comentaram que, embora haja uma gama de evidências que apoiam a evolução das espécies e de sua incontestável importância para a Biologia, grupos fundamentalistas religiosos do mundo todo (que interpretam literalmente a *Bíblia*), pertencentes ao movimento criacionista, concebem a diversidade dos seres vivos como uma criação direta de Deus. Um dos argumentos, utilizados pelos criacionistas, para desqualificar a evolução refere-se ao fato de esta ser "*apenas uma teoria, portanto não é comprovada*". Isso mostra uma compreensão inadequada de ciência (Meyer e El Hani, 2005)

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto Europeu BIOHEAD-CITIZEN- *Biology, Health and Environmental Education for Better Citizenship* (Carvalho, 2004; Carvalho & Clément, 2007), que considera que o conhecimento científico, os valores e as atitudes dos professores podem influenciar em suas práticas docentes. Um questionário contendo 144 questões sobre saúde, evolução, meio ambiente foi respondido por professores e estudantes de graduação de 19 países da Europa, África e Oriente Médio. Em 2008, o referido projeto foi estendido ao Brasil, com o objetivo de avaliar as concepções evolucionistas e criacionistas de professores de biologia em formação e em exercício. O levantamento de tais concepções pode auxiliar, por exemplo, na compreensão de como os professores lidam com possíveis conflitos, referentes ao evolucionismo *versus* criacionismo, em sala de aula. As questões do projeto BIOHEAD-CITIZEN aproximam-se daquelas utilizadas por Bizzo, Gouw e Pereira (2013) e respondidas por estudantes do Ensino Médio. Com o intuito de contribuirmos para as pesquisas sobre o assunto, julgamos pertinente a apresentação de

[7] Segundo dados do Censo Demográfico (2010), divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), houve um aumento de 61% em 10 anos.

nossos resultados, que analisam respostas de 50 professores brasileiros de biologia em formação e 50 em exercício do interior de São Paulo. Esses dados foram comparados com os resultados obtidos em Portugal.

A Figura 1 apresenta os resultados da análise comparativa entre as respostas de professores de biologia (B) portugueses (PT) e brasileiros (BR) em exercício (In) e em formação (Pre) às questões investigadas.

Em relação à questão *A teoria da evolução contradiz as minhas próprias crenças*, nota-se que para a maioria dos quatro grupos investigados, a resposta foi *não.* Esses dados são semelhantes aos obtidos por Bizzo, Gouw e Pereira (2013) para a questão *Minha religião me impede de acreditar na evolução biológica.* Por outro lado, exceto o grupo de professores portugueses em formação (In B Br), a maioria dos demais grupos respondeu *não* à questão *O criacionismo (incluindo a criação dos seres vivos por Deus) contradiz as minhas próprias crenças.* Em relação às demais questões, de maneira geral, os grupos de professores em formação e em exercício portugueses tendem a ter concepções mais evolucionistas do que os mesmos grupos de brasileiros. Análises comparativas das respostas, levando-se em conta a religião dos respondentes também foram realizadas. A religião (católica, evangélica, espírita, etc) não foi uma variável determinante para estas questões dado que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

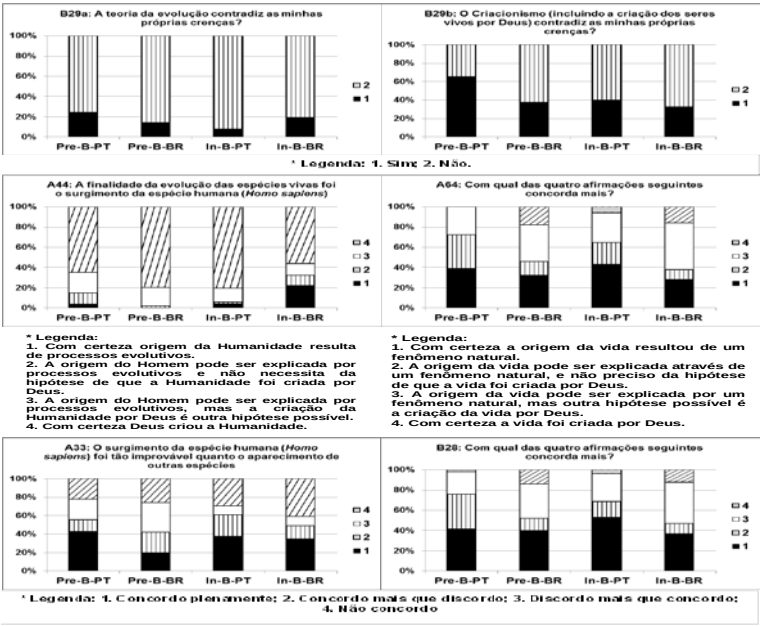


Figura 1: Gráficos das frequências das respostas assinaladas pelos respondentes brasileiros e portugueses. Professores de biologia portugueses em formação (Pre-B-PT); Professores de biologia brasileiros em formação (Pre-B-BR); Professores de biologia portugueses em exercício (In-B-PT); Professores de biologia brasileiros em exercício.

Referências Bibliográficas:

BIZZO, Nelio; GOUW, A. M. Santos, PEREIRA, H. M. Rios. Evolução e religião: o que pensam os jovens estudantes brasileiros. *Ciência Hoje*, 300: 27-31, 2013.

CARVALHO, Graça Simões. *Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship. STREP CIT2-CT-2004-506015, European Commission, Brussels, FP6, 2004.* Disponível em: http://projectos.iec.uminho.pt/projeuropa/. Acesso em: 14 de abril de 2013.

CARVALHO, G. Simões; CLÉMENT, Pierre. Projecto "Educação em Biologia, educação para a saúde e Educação ambiental para uma melhor cidadania": análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7 (2): 1-21, 2007.

COLOMBO, Silvia. Darwin nas mãos de Deus. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 8 fev. 2009. Caderno Mais!, p. 4.

MACHADO, M. D. Campos; MARIZ, C. Loreto. Conflitos Religiosos na Arena Política: o caso do Rio de Janeiro. *Ciencias Sociales y religión/Ciências Sociais e religião*, Porto Alegre, 6 (6), outubro: 31-49, 2004.

SCHWARTSMAN, Hélio. 59% dos brasileiros acreditam em Deus e também em Darwin. *Folha online* São Paulo, 2 de abril de 2010. Caderno Cotidiano (Ciência) Disponível: http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u715507.shtml. Acesso em: 14 de abril de 2013.

TIDON, Rosana; LEWONTIN, Richard C. Teaching Evolutionary Biology. *Genetics and Molecular Biology*, 27 (1): 124-131, 2004.

A carta de Cuvier à J.-C. Mertrud: uma introdução à Anatomia Comparada

Felipe Faria

Pós-doutorando do PPG em Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina, Grupo Fritz Müller-Desterro de Estudos em Filosofis e História da Biologia, Grupo de Pesquisa de Paleoinvertebrados e Icnofósseis do Brasil (História da Paleontologia brasileira e as coleções geopaleontológicas do

Museu Nacional-UFRJ)
felipeafaria@uol.com.br

Resumo: Na busca para dotar a História Natural de métodos capazes de possibilitar a compreensão das formas de organização corporal dos seres vivos, Georges Cuvier (1769-1832) publicou em 1805 o livro Lições de Anatomia Comparada (*Leçons de anatomie comparée*). Nesta obra Cuvier reuniu os ensinamentos lecionados em aulas dos cursos de anatomia comparada que havia ministrado desde 1795, após sua chegada à Paris. Tais aulas fizeram-no perceber que havia uma acentuada demanda "de uma obra elementar, que apresentasse aos mestres e aos alunos, de uma maneira resumida, mas sólida, o estado atual dessa ciência". Objetivando suprir esta demanda, Cuvier publicou o livro abrindo-o com uma dedicatória à Jean-Claude Mertrud (1728-1802), antigo detentor da cadeira de Anatomia dos Animais do Museu de Paris, a qual Cuvier assumiu em 1802 após o falecimento de Mertrud. A dedicatória, em forma de carta, está baseada em um discurso que Cuvier proferiu ao abrir os cursos de anatomia comparada no Museu de Paris. Em poucas páginas, Cuvier conseguiu não somente homenagear seu antecessor, mas também expor pontos de suas ideias, agenda e programa de pesquisas para a História Natural, que serão apresentados nesta comunicação. E como era de seu feitio, fez isso de uma maneira eloquente e erudita, que intensificam ainda mais a homenagem à Mertrud.

Em sua incessante busca para dotar a História Natural de métodos capazes de possibilitar a compreensão das formas de organização corporal dos seres vivos, Georges Cuvier (1769-1832) publica em 1805 o seu primeiro livro, o "Lições de Anatomia Comparada" (*Leçons de anatomie comparée*). Nesta obra Cuvier reuniu as os ensinamentos lecionados em aulas dos cursos de anatomia comparada que havia ministrado desde 1795 após sua chegada à Paris. Estas aulas ocorreram na Escola Central do Panteão (*École Centrale du Panthéon*) e no Museu Nacional de História Natural (*Muséum National d'Hisoire Naturelle*). De fato, em 1798 Cuvier já havia publicado o "Quadro elementar da história natural dos animais" (*Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*), que foi imediatamente bem recebido nos meios acadêmicos e científicos, mas que funcionava mais como um manual do que como um livro (Faria, 2012, p. 109-110).

As aulas de Cuvier fizeram-no perceber que havia uma acentuada demanda "de uma obra elementar, que apresentasse aos mestres e aos alunos, de uma maneira resumida, mas sólida, o estado atual dessa ciência", a anatomia comparada (Cuvier, 1798, p. v.). Abordando a classificação zoológica, Cuvier expôs claramente suas idéias para um sistema classificatório, que poderia servir inclusive para os vegetais, visto que se baseava na organização anátomo-fisiológica de todos os seres vivos. Como os caracteres taxonômicos diagnósticos devem ser os mais constantes possíveis, Cuvier defendeu que fossem utilizados aqueles mais básicos da fisiologia do organismo, ou seja, caracteres que se alterados, implicariam em uma mudança

radical de toda a organização, visto que o corpo organizado tem todas as suas partes funcionando em conjunto e em mútua implicação (Cuvier, 1798, p. 17-22).

Após dois anos da publicação do seu *Tableau élémentaire*, Cuvier consegue reunir mais material para a publicação de dois volumes de suas lições de anatomia comparada, na forma de notas coletadas e editadas por André Marie Constant Duméril (1774-1860) e em 1805, por meio da coleta e edição de suas notas, feitas por Georges Louis Duvernoy (1777-1855), publica os três volumes restantes, completando a obra (cf. Smith, 1993, p. 169-170).

O livro é dedicado à Jean-Claude Mertrud (1728-1802), detentor da cadeira de Anatomia dos Animais do Museu de Paris, até Cuvier assumi-la, após um período, de pouco mais de seis anos (1795-1802), trabalhando como assistente de Mertud. Entretanto, durante este período Cuvier assumiu todos os cursos ministrados, tendo a oportunidade de avançar com suas ideias sobre a anatomia comparada.

A dedicatória foi feita em forma de carta, a qual está baseada em um discurso que Cuvier proferiu ao abrir os cursos de anatomia comparada no Museu de Paris, logo após assumir o posto de assistente de Mertrud. Já nesta carta introdutória, escrita cinco anos antes da publicação do livro, Cuvier apresenta um delineamento de um método que permite ao fisiólogo superar o obstáculo da inextricável complexidade dos seres vivos (Caponi, 2008, p. 29). Sabendo da impossibilidade de se experimentar em fisiologia, ele defende que para se alcançar a compreensão das possíveis formas de organização corporal a comparação anatômica deveria ser o método. Uma compreensão fundamental para toda a história natural e particularmente para os trabalhos de reconstruções paleontológicas com os quais Cuvier pôde, fazendo uso também do conhecimento fisiológico produzido, construir um sistema de classificação natural, que contemplasse todos os seres vivos, atuais e extintos, uma vez que isso não ocorrera até aquele momento.

Por meio desta obra, Cuvier procurou divulgar a aplicação de seus métodos da Anatomia Comparada de uma maneira mais profunda do que a empregada em seus trabalhos precedentes, como, por exemplo, no *Tableau élémentaire*. Para tanto ele apresentou um dos fundamentos de suas leis, o princípio das "condições de existência" ou das "causas finais", como era conhecido informalmente, e que ele mais tarde definiria explicitamente (Cuvier, 1817, p.7). Ele também apresenta os princípios subsequentes, necessários para avançar em sua metodologia, que objetivava produzir dados capazes de atingir a compreensão das relações existentes entre as partes de um organismo, vivo ou extinto, delineando assim, um sistema de classificação baseado na organização das partes orgânicas. Tais princípios foram denominados, pelo próprio Cuvier, de "correlação das partes" e de "subordinação dos caracteres". O primeiro estabelece que as alterações ocorridas

em uma parte do ser vivo implicam, obrigatoriamente, na alteração de uma ou de várias partes, mantendo-se, assim, sua harmonia funcional. E as alterações, às quais ele se refere, deveriam obedecer ao segundo princípio – subordinação dos caracteres – que determinava haver uma hierarquia na organização desses caracteres, baseada na importância de suas funções e na maneira pela qual elas se implicam na própria organização do animal (Cuvier, 1805, p. 47 e 1817 p. 10-11).

Utilizando os métodos, orientado pelas leis e princípios da anatomia comparada, Cuvier pôde reconstruir os animais fósseis e, com isso, empreender seu projeto de compor um sistema natural de classificação que abarcasse todos os organismos, vivos e extintos.

Este é o projeto que ele apresentou na carta à Mertrud, onde também aproveitou a ocasião para reforçar outros pontos constantes de sua agenda para o progresso da História Natural. Entre eles estava seu incessante apelo para a formação de uma rede de colaboração internacional, onde a troca de informações seria o principal fator. Mas, ele alertava que nesta comunidade de naturalistas a observação e o método comparativo deveriam substituir as conclusões especulativas resultantes das discussões de filosofia escolástica que ocuparam, por exemplo, os autores do século XVI, pois só assim as informações poderiam ser utilizadas com o rigor característico exigido pela Ciência (Cuvier, 1805, p. xvi).

Em poucas páginas, Cuvier conseguiu não somente homenagear seu antecessor na cadeira de Anatomia Animal do Museu de Paris, mas também expor pontos de suas ideias, agenda e programa de pesquisas para a História Natural. E como era de seu feitio, fez isso de uma maneira eloquente e erudita, que intensificam ainda mais sua homenagem à Mertrud.

O objetivo deste trabalho é apresentar esta bela homenagem, discutindo quais são as propostas feitas por Cuvier para o desenvolvimento da anatomia comparada.

Referências Bibliográficas:

CAPONI, Gustavo. *Georges Cuvier: um fisiólogo de museo*. México, DF: Universidade Nacional Autônoma de México (LIMUSA), 2008.

———. *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*. Paris: Baudouin, 1798.

———. *Leçons d'anatomie comparée de G. Cuvier (recueillies et publiées sous ses yeux par C. Duméril)*. Tome I. Paris: Baudouin, 1805.

———. *Le règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à la Histoire Naturelle des animaux et d'introduction a l'Anatomie Comparée*. Tome I. Paris: Deterville, 1817.

FARIA, Felipe. *Georges Cuvier: do estudo dos fósseis à paleontologia*. São Paulo: Scientiae Studia / Editora 34, 2012.

SMITH, J.C. *Georges Cuvier: an annoted bibliography of his published Works*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1993.

Seria o termo "exaptação" realmente útil?

Felipe Lima Pinheiro
Doutorando em geociências (Paleontologia)
Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Insituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
fl_pinheiro@yahoo.com.br

Resumo: Revisamos, com base nas definições propostas por Gould & Vrba (1982) a utilidade do termo "exaptação". Segundo os autores, exaptações seriam caracteres evoluídos para outros usos (ou para uso nenhum) e, posteriormente "cooptados" para seu uso atual. Uma análise cuidadosa tomando, como base, a mesma lógica utilizada por Gould & Vrba (1982) nos revela que tal definição pode ser aplicada virtualmente a qualquer processo evolutivo, atestando a obsolescência do termo. Esta conclusão parte do princípio de que a Seleção Natural é incapaz de moldar uma estrutura para seu uso corrente e, assim, as funções são necessariamente cooptadas a partir de propriedades inerentes à estrutura física das novidades evolutivas.

Por vezes, a criação de novas terminologias aprisiona os fenômenos naturais aos quais elas se referem sob suas definições, tendenciando o reconhecimento destes fenômenos a concepções pré-estabelecidas. No entanto, terminologias e definições são necessárias à Ciência, o que torna premente uma constante reciclagem de conceitos e termos, acompanhando o desenvolvimento epistemológico do conhecimento.

Gould & Vrba (1982) reconheciam a importância da taxonomia de fenômenos naturais e, analisando o significado do termo "adaptação" (*ad* + *aptus* – em direção a uma aptidão), identificam dois significados distintos. Adaptação pode se referir a uma característica *construída* pela Seleção Natural *para* a função que ela desempenha (uma definição funcional) ou adaptação pode denotar qualquer característica que aumente o ajustamento (*fitness*) evolutivo, independentemente de sua origem histórica (uma definição relativa ao efeito de uma estrutura). Gould & Vrba (1982), então, ao reconhecerem tal conflito de definições, propõem uma nova terminologia para efeitos fortuitos, relativos a estruturas que, apesar de não terem surgido por *construção* direta da Seleção Natural para uma determinada finalidade, foram "cooptadas" para esta. Ao criar o termo *exaptação*, Gould & Vrba pretendiam nomear caracteres ajustados (*fit*) para seu uso corrente (*aptus*), no entanto, não desenhados para este uso (não *ad aptus*). Segundo Gould & Vrba, "*adaptações possuem funções, enquanto exaptações possuem efeitos*"

(Gould & Vrba, 1982, p. 6).

Como exemplos de exaptações, Gould & Vrba (1982) citam as penas, surgidas para termorregulação e, posteriormente, cooptadas para o vôo; os ossos, surgidos inicialmente como depósito de fosfato e cooptados para proteção e sustentação corporal; a α-Lactalbumina, cuja precursora, lisozima, tem função bactericida; além do mimetismo sexual em hienas. No entanto, uma análise cuidadosa dos exemplos citados pelos autores revela que todos eles iniciam com um suposto processo adaptativo, seguido por posteriores exaptações. No entanto, Gould & Vrba (1982) escolhem, na verdade, um evento evolutivo arbitrário e o denominam *adaptação*, como se a Seleção Natural (com seu suposto poder criativo) pudesse moldar, a partir do nada, uma estrutura para uma posterior função específica. Assim, esses autores assumem um papel claramente teleológico para a Seleção Natural, sugerido diversas vezes no trabalho por meio de sentenças como "*a Seleção Natural molda o caráter para o seu uso corrente*" (Gould &Vrba, 1982, página 5, tabela 1).

Assim, sem prejuízo algum à proposta do trabalho, podemos definir diferentes pontos arbitrários nos exemplos apresentados por Gould & Vrba (1982) e chamá-los de *adaptações*, propondo que os eventos evolutivos subsequentes sejam *exaptações*. Como a Seleção Natural é incapaz de moldar uma estrutura para uma determinada função, qualquer novidade evolutiva necessariamente surge sem qualquer função específica. As funções são, desta forma, sempre cooptadas a partir de aptidões inerentes à estrutura física das novidades evolutivas. A estrutura tubular primitiva que, posteriormente, daria origem à imensa diversidade anatômica e funcional observada em penas atuais não pode ter surgido *para* desempenhar a função de isolamento térmico. Assim, o isolamento térmico foi uma cooptação fortuita de uma estrutura sem função ou com uma função desconhecida. Desta forma, ainda sem prejuízo ao raciocínio de Gould & Vrba (1982), o próprio isolamento térmico pode ser definido como *exaptação*. O mesmo pode ser extrapolado para os outros exemplos. No caso da α-Lactalbumina, é errôneo imaginar que sua predecessora, a lisozima, tenha sido *moldada* pela Seleção Natural *para* a função bactericida, sem a participação de estágios intermediários que, necessariamente, desempenhariam outras funções. Assim, a função bactericida da lisozima pode, facilmente, ser considerada uma *exaptação*.

É difícil imaginar que, ao surgir, uma estrutura possa desempenhar um papel pré-determinado. Assim, qualquer *adaptação*, da forma como este termo é definido por Gould & Vrba (1982) pode ser considerada uma *exaptação surgida a partir de uma não-aptação*. Seguindo estritamente as definições propostas pelos autores, então, qualquer novidade evolutiva pode ter sua origem explicada por processos *exaptativos*, o que denota a obsolescên-

cia do termo *exaptação*.

A idéia de que o conceito de *exaptação* não seria suficientemente distinto do conceito de *adaptação*, a ponto de justificar sua cunhagem, foi previamente proposta por Dennett (1995), segundo o qual "*se retrocedermos o suficiente, descobriremos que toda adaptação se desenvolveu a partir de estruturas predecessoras, que já possuíam alguma utilidade ou utilidade nenhuma*" (p. 281). Segundo autores como Buss *et al.* (1998), a distinção entre as duas terminologias estaria associada ao grau em que exaptações se desenvolveriam a partir de estruturas que já possuíam funções bem estabelecidas. Tal distinção, segundo Buss *et al.* (1998), poderia ajudar na compreensão da origem de estruturas biológicas. No entanto, no ponto de vista do presente trabalho, a distinção entre os dois termos mascara o fato de que ambos se referem, essencialmente, ao mesmo processo evolutivo.

Embora o termo *exaptação* seja, por si, obsoleto, já que a divisão dos eventos evolutivos entre *adaptações* e *exaptações* mascare os processos reais, o conceito a que ele remete, ou seja, cooptação de estruturas para novas funções, é de importância crucial para a compreensão dos processos evolutivos. O principal problema conceitual parece estar no sentido de *adaptação*, como empregado por Gould & Vrba (1982). Este conceito é fortemente teleológico e presume um potencial criativo para a Seleção Natural (*ad aptus* – em direção a uma aptidão). Assim, etimologicamente, *adaptação* já parece uma nomenclatura inapropriada. O termo *aptação*, entretanto, é desprovido de significados teleológicos e parece mais apropriado para se referir a *qualquer característica de um organismo que interage operacionalmente com o ambiente, de forma que o organismo tenha seu ajustamento (fitness) aumentado*, em uma definição semelhante à já proposta por Bock (1979) para *adaptação*.

Referências Bibliográficas:

BOCK, W. J. A synthetic explanation of macroevolutionary change – a reductionistic approach. *Bulletin of the Carnegie Museum of Natural History*, 13: 20-69, 1979.

BUSS, D. M.; HASELTON, M. G.; SHACKELFORD, T. K.; BLESKE, A. L.; WAKENFIELD, J. C. Adaptations, exaptations, and spandrels. *American Psychologist*, 53 (5): 533-548, 1998.

DENNETT, D. C. *Darwin's dangerous idea*. New York: Simon & Schuster, 1995.

GOULD, S. J. & VRBA, E. S. Exaptation – a missing term in the Science of Form. *Paleobiology*, 8 (1): 4-15, 1982.

O lago como objeto de investigação ecológica, uma contribuição: Stephen A. Forbes (1887)

Fernanda da Rocha Brando Fernandez
Doutora em Educação para a Ciência pela UNESP-Bauru
Professora do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP
ferbrando@ffclrp.usp.br

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Especialista em História da Ciência; Doutora em Ciências Biológicas na área de Genética -UNICAMP
Professora do Departamento de Biologia da FFCLRP- USP, Pesquisadora CNPq
lacpm@ffclrp.usp.br

Resumo: A história da Ecologia mostra alguns ambientes que foram objeto de investigação cujo resultado foi a construção de importantes conceitos ecológicos. Estes ambientes foram três: a montanha, o lago e a ilha. O objetivo desta comunicação é discutir um estudo clássico dentro da história da ecologia cujo objeto é o lago. Trata-se do artigo intitulado "The lake as a microcosm" ("O lago como microcosmo") de autoria de Stephen Alfred Forbes (1844 – 1930), publicado em 1887. A análise desenvolvida mostrou que Forbes se baseou em estudos anteriores que mostravam a existência de estratificação de flora e fauna em determinados ambientes e introduziu aspectos novos como as interações entre essas formas de vida e o ambiente, considerando todas as relações existentes em um lago como condição necessária para uma compreensão satisfatória de qualquer uma de suas partes.

Assim como a Genética, a Ecologia é uma ciência que pode ser considerada historicamente recente e tanto sua constituição em termos conceituais como seu processo de formação são bastante complexos. Embora possamos encontrar precedentes anteriormente, ela se estabeleceu e se institucionalizou durante o século XX. O caminho percorrido para se chegar à conceituação de Ecologia como "o estudo das relações mútuas que os seres vivos estabelecem entre si e com o ambiente externo, com base nas interações que ocorrem no mundo natural" (Brando *et al*, 2009) foi longo e envolveu muitas contribuições.

A história da ecologia mostra alguns ambientes que foram objeto de investigação cujo resultado foi a elaboração de importantes conceitos ecológicos. Estes ambientes foram três: a montanha, o lago e a ilha (Drouin, 1991, p. 93).

Os estudos que consideraram a montanha como unidade ecológica diziam respeito à botânica, relacionando-se especificamente à estratificação da vegetação. Tal enfoque já aparecia no *Essai sur la geographie des plantes*

(Ensaio sobre a geografia das plantas) de autoria Alexander Von Humboldt (1769-1859) e Aimé Goujaud Bonpland (1773-1858), publicado em 1805. Posteriormente, este enfoque foi aplicado a vários estudos locais.

As investigações desenvolvidas no lago ocorreram principalmente em regiões temperadas. Pensava-se inicialmente que as cinturas de vegetação lacustre corresponderiam, em escala diferente, às estratificações de vegetação de montanha quando projetadas em um plano. Contudo, com o decorrer do tempo, a comparação entre os estudos desenvolvidos em montanhas e aqueles realizados em ambientes aquáticos mostrou que havia diferenças entre esses dois processos. Isso fez com que o lago passasse a ser considerado como um tipo de unidade ecológica com características próprias, com elementos que apresentavam fortes interações entre seus diversos componentes (Drouin, 1991, p. 100-101). Com o decorrer do tempo, pode se dizer que os lagos como unidade ecológica, geralmente aqueles de regiões temperadas, foram ambientes que proporcionaram a aproximação entre estudos da comunidade e de ecossistemas.

O terceiro ambiente objeto de investigação ecológica foi a ilha. A partir dos anos de 1960, as ilhas ganharam predileção nos embates teóricos, especialmente no interesse pelas populações que partilham entre si os recursos do meio (Drouin, 1991) e no padrão de colonização e extinção promovido por populações de espécies em uma determinada área (Begon, 2005). Esse enfoque aparece na teoria de biogeografia de ilhas e estão relacionados a esses estudos os nomes de Robert H. MacArthur e Edward O. Wilson (1963). Entre os exemplos estudados evidencia-se o da ilha de Krakatau, na Indonésia, que passou por uma erupção vulcânica, em 1883 destruindo sua fauna e flora e cujo repovoamento ao longo das décadas seguintes pôde ser observado. A generalização de estudos sobre as ilhas foi extrapolada aos meios continentais.

O objetivo desta comunicação é discutir um estudo clássico dentro da história da ecologia, cujo objeto é o lago, o artigo de Stephen Alfred Forbes (1844 – 1930) intitulado “The lake as a microcosm” (“O lago como microcosmo”), publicado em 1887.

Stephen Alfred Forbes nasceu em uma fazenda no Condado de Stevenson, Illinois, em 29 de Maio de 1844, onde passou sua juventude. Além da educação escolar comum até aos 14 anos, seus estudos mais formais no nível secundário foram de poucos meses durante o período de inverno de 1859-1860, na *Beloit Academy*, em Wisconsin. Depois da Guerra Civil Americana, ocorrida entre os anos de 1861 e 1865, estudou na *Rush Medical College*, em Chicago, onde quase completou seu curso de medicina, pois, devido à mudanças de planos, foi ser professor em uma escola no sul do Illinois. Durante este tempo, começou seus primeiros estudos em ciências naturais, nas horas de lazer, e teve seus primeiros artigos científicos

publicados no *American Entomologist and Botanist*, em 1870. Foi o primeiro Diretor do Centro de Pesquisas de História Natural de Illinois (1917), sócio da Academia Nacional de Ciências (1918) e presidente da Sociedade Americana de Ecologia (1921). Sua ampla publicação inclui tópicos de Entomologia, Ornitologia, Ictiologia, Limnologia Ecologia e outras áreas da biologia (Ward, 1930).

No artigo (Forbes, 1887), que escreveu no período em que lecionava Zoologia e Entomologia na *Illinois State University*, o autor propôs relatar as características físicas, fauna e flora dos lagos por ele estudados. Seu objetivo principal era investigar a distribuição de plantas e animais nesses ambientes e suas interações. Procurou descrever de forma detalhada não apenas as características dos seres vivos ali encontrados como a metodologia por ele utilizada para levantar os dados necessários a esta investigação.

Forbes explicou que o lago era o local onde se podia perceber com maior clareza o que ele chamou de "sensibilidade" (*sensibility)* do complexo orgânico, pois tudo aquilo que afetava cada uma das espécies nele encontradas, acabava rapidamente tendo algum tipo influência sobre o conjunto. Assim, não bastava apenas estudar detalhadamente todas as formas isoladamente. Era necessário considerar a relação existente entre elas. Uma pesquisa abrangente do todo era condição necessária para uma compreensão satisfatória de qualquer parte. Por exemplo, se uma pessoa desejasse se familiarizar com o *black bass* (uma espécie de peixe) iria aprender pouco, caso se limitasse apenas ao estudo dessa espécie. Era preciso estudar também as espécies das quais dependia para sua existência e as várias condições envolvidas nessa dependência. Além disso, dever-se-ia estudar as espécies com as quais aquela competia e o conjunto de condições que afetavam a sua prosperidade. A seu ver, um estudo que levasse em conta esses aspectos levaria à descoberta do mecanismo de vida aquática de uma localidade (Forbes, 1887, p. 77). Além disso, ao traçar as conexões entre cientistas e pescadores locais subjacentes à pesquisa em lagos de várzea, Forbes teria mostrado como seus estudos estavam conectados ao conhecimento local e as políticas locais de transformação ambiental (Schneider, 2000).

A análise do trabalho desenvolvido por Forbes (1887), particularmente, e de outros autores tendo o lago como unidade ecológica ou aqueles desenvolvidos por outros autores cujo objeto de estudo foi a montanha ou a ilha, permitem que se tenha uma ideia de como conceitos, modelos e teorias que constituem a ecologia foram construídos. Estudos como esse podem ser aproveitados pelo professor em sala de aula, no ensino de ecologia. Eles desvelam aspectos sobre a natureza da ciência (Lederman, 2007) ou características da ciência (Matthews, 2012), podendo contribuir para uma melhor compreensão da ciência atual.

Referências Bibliográficas:

BRANDO, Fernanda R.; CAVASSAN, Osmar; CALDEIRA, A. M. Andrade. Ensino de Ecologia: dificuldades conceituais e metodológicas em alunos de iniciação científica, in: CALDEIRA, A. M. A. (Org.). *Ensino de ciências e matemática II: temas sobre a formação de conceitos*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009, p. 13-31.

DROUIN, Jean-Marc. *Reinventar a natureza: a ecologia e a sua história*. Trad. Armando Pereira da Silva. Lisboa: Instituo Piaget, 1991.

FORBES, Stephen A. The lake as a microcosm [1887]. *Bulletin of Illionois State Natural History Survey*, 15: 537-550, 1925.

HUMBOLDT, Alexandre Von; BONPLAND, Aimé Goujaud Bonpland. *Essai sur la géographie des plantes*, 1805.

LEDERMAN, Norman G. Nature of science: past, present and future. *Handbook of science education*. New York: Routledge, 2007.

MATTHEWS, Michael R. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS), in: KHINE, Myint S (ed.). *Advances in nature of science research: concepts and methodologies*. Netherlands: Springer, 2012.

McINTOSH, Robert P. *The background of ecology: concept and theory*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

SCHNEIDER, Daniel W. Local Knowledge, Environmental Politics, and the Founding of Ecology in the United States: Stephen Forbes and "The Lake as a Microcosm" (1887*). Isis*, 91 (4): 681-705, 2000. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/236820. Acesso em: 17 de julho de 2012.

WARD, Henry B. Stephen Alfred Forbes - A Tribute. *Science, New Series*, 71 (1841): 378-381, 1930. Disponível em http://www.jstor.org/stable/1656242. Acesso em: 17 de julho de 2012.

A epistemologia do genoma: o determinismo genético como fio condutor

Fernanda Peres Ramos
Doutoranda do Programa de Ensino de Ciência e Educação Matemática, Uel
Professora Assistente-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Campus Dois Vizinhos
fernandaramos@utfpr.edu.br

Marcos Rodrigues da Silva
Doutor em Filosofia, Professor Adjunto

Departamento de Filosofia, Uel, Londrina
mrs.marcos@uel.br

Resumo: Nas últimas décadas do século XX, cientistas envolvidos com a genética molecular direcionaram suas pesquisas na busca em compreender o funcionamento humano por meio da proposição de um projeto intitulado Projeto Genoma Humano (PGH). Dentre as divulgações sobre as expectativas do projeto estava a compreensão da composição do ser humano e o desenvolvimento de várias produções científicas de alcance popular como a cura de doenças, terapias gênicas e intervenções genéticas. O PGH teve suas conclusões no início do século XXI por meio de publicações da esfera pública e privada. Com os resultados surgiram dados distintos dos apontamentos publicados no início da pesquisa, trazendo para o âmbito epistemológico discussões sobre conceitos consagrados como o gene. Faz parte dos objetivos dessa pesquisa identificar o viés epistemológico que contornou todo o percurso do projeto e ainda compreender de que modo isso alcançou o público leigo por meio de suas publicações. Tais questões permitem uma triagem nas pesquisas contemporâneas realizadas no cenário pós-genômico de modo a identificar possíveis reincidências da estrutura epistemológica permeada ao longo do PGH. Observou-se neste estudo histórico-epistemológico a presença de um determinismo genético reincidente na atualidade por meio das perspectivas pós-genômicas.

Nas últimas décadas do século XX, cientistas envolvidos com a genética molecular direcionam suas pesquisas na busca em compreender o funcionamento. Nessa atmosfera social e científica, em meados da década de 1980, cientistas iniciam discussões sobre o desenvolvimento desse projeto com o objetivo de mapear o genoma humano e identificar todos os nucleotídeos. Constituía-se em cena científica o denominado PGH e se iniciava um esforço de alcance mundial para decifrar o genoma humano (Leite, 2007, p. 10).

Em 1990, o projeto foi fundado oficialmente, com um financiamento de 3 milhões de dólares do Departamento de Energia dos Estados Unidos e dos Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos, e tinha um prazo previsto de 15 anos. Para tanto, centenas de laboratórios de todo o mundo se uniram à tarefa de sequenciar, um a um, os genes que codificam as proteínas do corpo humano e também aquelas sequências de DNA que não seriam genes (International, 2001, p. 860).

Em meados de 2000 um primeiro esboço do genoma foi anunciado, dois anos antes do previsto. O PGH teve suas conclusões em 14 de abril de 2003, e em um comunicado de imprensa conjunto anunciou que o projeto havia sido concluído com sucesso, com o sequenciamento de 99% do genoma humano, com uma precisão de 99,99%. Os trabalhos do projeto foram dados como concluídos em 2003 (Watson; Berry, 2005, p. 213).

Entre os resultados surgiram dados distintos dos apontamentos publicados no início da pesquisa, trazendo para o âmbito epistemológico discussões

sobre conceitos consagrados como o gene. Ora, não restam dúvidas de que o PGH mostrou-se como um dos maiores projetos da genética na atualidade. Entretanto, dentro desse episódio houve microcenários que ditaram o projeto em âmbito mundial, caracterizando-se por meio do alcance midiático e apropriação do público leigo.

Diante disso surgem algumas questões importantes o desdobramento dessa pesquisa: quais aspectos fomentam tanta comoção pública em relação a esse projeto? Qual o viés epistemológico que contornou o percurso desse projeto alcançando o público leigo por meio de suas publicações?

Infere-se que o ponto de partida para essa compreensão inicia-se a partir da identificação das expectativas veiculadas na época. No que tange a área de saúde havia como expectativas a melhoria e simplificação dos métodos de diagnóstico de doenças genéticas, afirmando-se que seria possível analisar milhares de genes, identificando-se predisposições para doenças como diabete, câncer, hipertensão ou doença de Alzheimer, além de viabilizar o tratamento ante do aparecimento dos sintomas por remédios receitados conforme o perfil genético de cada um (Zatz, 2000, p. 47).

Durante o PGH, as publicações veiculadas apresentavam expectativas baseadas na crença do material genético como detentor de todas as informações codificadas (necessárias e suficientes) para determinar as características, e, logo, preponderantes em relação às interferências microambientais para a expressão gênica (Burbano, 2006, p. 854). É importante enfatizar que todo o rol de expectativas no que se refere ao PGH está baseado na ideia de que o material genético seja um dos mecanismos mais importantes para a compreensão do ser humano e a cura de doenças com carga hereditária.

Todavia a apropriação do público leigo ocorre devido à credibilidade que a maioria das pessoas vincula à ciência como forma segura de produção de conhecimento. O PGH mostra-se como uma ilustração de produção e aceitação desse conhecimento. Porém, com os resultados parciais no ano de 2001 infere-se o início de algumas mudanças conceituais, havendo um deslocamento da redução científica quanto ao sequenciamento gênico como forma de compreensão do ser humano e o desvendamento das doenças, para uma apropriação de níveis de complexidade imersos nesse aglomerado químico denominado de DNA.

Afirma-se que ao longo das expectativas direcionadas pelo cenário genômico existe um discurso epistemológico que dita esse projeto tanto na mentalidade dos cientistas quanto na sua reprodução via mídia e até expressa nas relações políticas e econômicas. Mas afinal qual o viés epistemológico que funcionou como fio condutor para a veiculação das expectativas articuladas pelos cientistas e recontextualizadas via divulgação midiática?

Durante o PGH se estabeleceu uma noção causal de conhecimento entre genoma e compreensão do ser humano, ignorando-se um abismo existente

entre “informação genética e significado biológico” (Keller, 2002, p. 19). A ilustração mais nítida desse determinismo no projeto pode ser observada pela responsabilidade dada ao material genético como cumpridor de todas as metas direcionadas ao PGH.

Esse formato de credibilidade epistemológica do genoma é denominado por autores como El-Hani (1995) e Leite (2007) de determinismo genético, conceituado como a redução dos processos de desenvolvimento a um simples desdobramento de um programa genético, de forma que as propriedades dos organismos podem ser vistas como preestabelecidas pela informação genética (El-Hani, 1995, p. 16). No PGH o determinismo se revelou presente nas expectativas divulgadas, as quais fomentaram uma crença salvacionista em relação ao mapeamento genético como alternativa única e direta para a compreensão do ser humano, alcançando o publico leigo.

Keller (2002, p. 17) sinaliza que ao longo do projeto vários cientistas foram mudando seu modo de pensar, porém afirma que, no início, “muitos biólogos falavam como se o sequenciamento pudesse, por si só, prover tudo o que era necessário para compreender a função biológica”. Entretanto, apesar de deslocamentos de valores sobre os conhecimentos genéticos, até a publicação dos resultados do PGH apareceram fortes indícios da crença no DNA como detentor direto das expressões gênicas, revelando a persistência de um determinismo genético (Lewontin, 2000).

Para Joaquim e El-Hani (2010), o PGH teve efeitos surpreendentes sobre o pensamento biológico, possibilitando suspeitas com relação à visão reducionista predominante na biologia da segunda metade do século XX. Alguns autores como Keller (2005) inferem que talvez entre os desdobramentos desse cenário esteja à busca por novas abordagens na tentativa de romper o modelo determinista. No que se refere ao viés epistemológico, os resultados genômicos trouxeram a necessidade de novos redirecionamentos para os projetos posteriores e a busca de novas abordagens epistemológicas. Entretanto, o que se percebe é que durante todo o arcabouço das pesquisas genômicas apresenta-se sempre, um modelo ainda reducionista, mesmo que amparado por diferentes nuances deterministas.

Referências Bibliográficas:

BURBANO, H. A. Epigenetics and genetic determinism. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 13 (4): 851-863, 2006.

EL-HANI, C. N. O insustentável peso dos genes. 1995. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Gradução em Educação, Universidade Federal da Bahia – Salvador.

———. Between the cross and the sword: The crisis of the gene concept. *Genetics and Molecular Biology*, 30 (2): 297-307, 2007.

INTERNATIONAL, Human genome sequencing consortium. Initial se-

quencing and analysis of the human genome. *Nature*, 409: 860-921, 2001.
INTERNATIONAL, Human genome sequencing consortium. Finishing the euchromatic sequence of the human genome. *Nature*, 431 (7011): 931-945, 2004.
JOAQUIM, L. M; EL-HANI, C. N. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene . *Scientiæ Studia*, São Paulo, 8 (1): 93-128, 2010.
KELER, E. F. *The century of the gene.* Ed, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 2000.
———. *O Século do Gene.* Belo Horizonte: Editora Crisálida, 2002.
LEITE, M. *Promessas do Genoma.* São Paulo: Editora UNESP, 2007.
LEWONTIN, R. *Biologia como ideologia.* Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2000.
WATSON, J. D.; BERRY, A. *DNA: o segredo da vida.* São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
ZATZ, M. Projeto Genoma Humano e ética. *São Paulo em Perspectiva*. São Paulo, 14 (3): 47-52, 2000.

Darwin e a ascendência do homem a partir de um ancestral primitivo comum na *Origem do homem* e na *Expressão das emoções no homem e nos animais*

Fernando Moreno Castilho
Mestre em História da Ciência, Professor do Departamento de Biologia, Centro Universitário Anhanguera de Santo André
Pesquisador do Grupo de História e Teoria da Biologia, Departamento de Biologia, FFCLRP–USP
biologo@universo.com

Resumo: Na década de 1870, Charles Darwin (1809-1882) trouxe o homem para o seu plano principal de estudo – o que vinha evitando desde a publicação do *Origem das espécies* (1859). Isso ocorreu com a publicação de duas obras: a *Origem do homem e a seleção sexual* (1871) e a *Expressão das emoções no homem e nos animais* (1872). O objetivo desta comunicação é averiguar qual foi a relação estabelecida por Darwin entre homens e macacos nas obras acima mencionadas procurando elucidar quais foram os principais meios de modificação das espécies adotados por ele para explicar a ascendência do homem a partir de um ancestral comum, tendo como base, principalmente, a expressão das emoções. A presente pesquisa levou à conclusão de que Darwin, através da comparação das semelhanças entre o comportamento de macacos e dos humanos, sugeriu que eles seriam provenientes de um ancestral comum. Este ancestral primitivo semi-humano

pertencente ao gênero *Homo* teria originado o homem e os macacos antropomorfos do Velho e do Novo Mundo. Os principais meios de modificação em relação ao comportamento e a expressão das emoções no homem e nos animais, inclusive em macacos antropomorfos, de acordo com Darwin, teriam sido a seleção natural e a herança de caracteres adquiridos pelo uso e desuso.

Na década de 1870, Charles Darwin (1809-1882) trouxe o homem para o seu plano principal de estudo – o que vinha evitando desde a publicação do *Origem das espécies* (1859). Isso ocorreu com a publicação de duas obras: a *Origem do homem e a seleção sexual* (1871) e a *Expressão das emoções no homem e nos animais* (1872). Sua intenção inicial era publicar um ensaio sobre a expressão das diversas emoções no homem e nos animais como o terceiro volume da obra *A origem do homem*. Porém, acabou publicando-a em apenas dois volumes. No primeiro volume discutiu sobre a ascendência ou origem do homem, e no segundo tratou da seleção sexual e características sexuais secundárias nas classes pertencentes ao reino animal, dentre elas, a classe dos mamíferos e do homem (Barlow, 1958, p. 131-132).

O objetivo desta comunicação é verificar a relação estabelecida por Darwin entre homens e macacos nas obras acima mencionadas e procurar elucidar quais foram os principais meios de modificação das espécies adotados por ele para justificar a ascendência do homem a partir de um ancestral comum.

O interesse de Darwin pelo estudo da expressão das emoções teria surgido a partir das observações que fizera das diversas expressões exibidas pelo seu primeiro filho, ainda em fase precoce, logo após o seu nascimento, em 1839. Para ele, todas as formas de expressão exibidas pelo seu filho teriam tido uma origem gradativa e natural. Entretanto, a leitura que fizera, no ano seguinte, da obra *An idea of a new anatomy of the brain* (Uma idéia de uma nova anatomia do cérebro), publicada em 1811, pelo anatomista escocês Charles Bell (1774-1842) o estimulou a escrever sobre o assunto. Nesta obra, Bell, a partir de cuidadosos estudos do sistema nervoso e cérebro, havia concluído que determinados músculos no homem teriam sido criados especialmente para a expressão de suas emoções. Como essas ideias se opunham à hipótese de que o homem fosse descendente de alguma outra forma inferior, como Darwin pensava, ele decidiu investigá-la (Darwin, 1871, p. 5).

Thomas Henry Huxley (1825-1895) já havia publicado anteriormente (1863) *Evidence as to Man's Place in Nature* (Evidências quanto ao lugar do homem na natureza). Nesta obra apresentou evidências anatômicas que corroboravam a origem do homem e dos macacos a partir de um ancestral comum. Na defesa de sua teoria concentrou-se na relação do homem com os macacos utilizando argumentos que apoiavam sua hipótese a respeito da

origem do homem (Huxley, 1863, p. 74).

Darwin, na *Expressão das emoções*, comentou sobre a dificuldade encontrada para detectar a origem dos hábitos de expressão dos nossos sentimentos e a maneira pela qual eles teriam sido adquiridos gradualmente através de certos movimentos musculares. Ele defendeu que somente avançaríamos na investigação das possíveis causas da expressão a partir do momento em que deixássemos de considerar o homem e todos os outros animais como criações independentes. Para o naturalista inglês, somente aqueles que admitissem, sob uma nova perspectiva, a evolução gradual da estrutura e dos hábitos de todos os animais e que no passado remoto o homem tivesse existido sob uma forma mais inferior e animalesca, poderiam compreender algumas das expressões nos humanos (Darwin, 1872, p. 12-20).

Em *A origem do homem,* Darwin comentou sobre a expressão de uma série de emoções que podiam ser detectadas tanto em diferentes animais como no homem como, por exemplo, a afeição materna das fêmeas de todas as espécies; a dor intensa das macacas pela perda dos filhotes; a adoção de macacos órfãos por outros do bando; a generosidade de certas fêmeas de babuínos ao adotarem macacos de outras espécies, além de roubarem cãezinhos e gatinhos para criar. Ele considerava que o princípio da sua ação seria o mesmo no homem e nos animais (Darwin, 1871, p. 33).

Na mesma obra, Darwin comparou as feições humanas com aquelas dos macacos antropoides, percebendo que havia várias semelhanças em relação aos movimentos dos músculos da face ao expressar as emoções. Destacando que algumas expressões como o choro e a risada de certos tipos de macacos, ao franzirem as pálpebras e repuxarem os cantos da boca para trás, seriam idênticas aquelas manifestadas no homem (Darwin, 1871, p. 129).

Ao analisar as diferenças entre o homem e os macacos, com o intuito de desvendar a sua descendência, Darwin considerou que essas características teriam sido provavelmente adquiridas como herança de alguma forma silvestre de parentesco próximo e atualmente extinto. Propôs a existência de um ancestral comum aos homens e macacos, que seria também o mais antigo ancestral comum dos macacos do Velho e do Novo Mundo, chegando até mesmo a sugerir como seria a forma desse antepassado primitivo (Darwin, 1871, p. 198-199).

Entretanto, foi na *Expressão das emoções* que ele aprofundou o assunto defendendo a descendência do homem e alguns grupos de macacos de um ancestral comum. Para isso, levou em consideração a semelhança encontrada entre algumas de suas formas de expressão. Para ilustrar essa semelhança, Darwin deu alguns exemplos. Um deles foi o modo pelo qual os chimpanzés jovens repuxavam os cantos da boca e enrugavam as pálpebras inferiores, quando eram submetidos a cócegas em suas axilas. Comparou este procedimento com a expressão exibida pelas crianças quando submetidas à

mesma condição. Ele atribuiu a semelhança encontrada entre os dois casos à origem dos chimpanzés e humanos a partir de um ancestral primitivo comum (Darwin, 1872, p. 139-140).

Ao observar as reações de choro em seu filho durante determinados períodos de tempo chegou à conclusão de que o funcionamento das glândulas lacrimais teria sido adquirido desde o tempo em que o homem se separou, a partir do ancestral comum do gênero *Homo*, dos macacos antropomórficos que não lacrimejam (Darwin, 1872, p. 160-161).

As informações oferecidas por tratadores de zoológicos em relação ao carinho e amor de macacas para com suas crias levaram Darwin a comparar sua atitude com o que acontecia nos humanos, entre as mães e seus bebês. Para Darwin, esse comportamento, de gostar de acariciar e receber carinho, teria sido uma herança adquirida (Darwin, 1872, p. 224-225).

No décimo capítulo do livro *Expressão das emoções* ao abordar a manifestação da emoção da fúria em humanos, em comparação aos macacos, Darwin considerou que ela estaria condicionada a nossa descendência de um animal semelhante ao macaco. Como referência a este ancestral primitivo, Darwin utilizou o termo semi-humano, ao comparar as suas reações com aquelas reações voluntárias de descobrir um dos caninos, na expressão das emoções de ódio e raiva exibidas pelo homem. Ele comentou que esse hábito teria sido adquirido em tempos primitivos, quando esses ancestrais combatiam entre si com seus dentes caninos, como alguns babuínos e outros macacos antropomorfos ainda o fazem hoje em dia (Darwin, 1872, p. 250-254).

A presente pesquisa levou à conclusão de que Darwin, através da comparação das semelhanças entre o comportamento de macacos e dos humanos, procurou mostrar sua descendência a partir de um ancestral comum. Além disso, constatamos que os principais meios de modificação das espécies, foram a seleção natural e a herança de caracteres adquiridos pelo uso e desuso. Como exemplo, ele mencionou a preservação e a transmissão das ações reflexas que pudessem trazer algum benefício e o desenvolvimento pela força do hábito de alguns instintos que teriam sido preservados por meio da seleção natural (Darwin, 1872, p. 43-44). Sugeriu um ancestral primitivo semi-humano do gênero *Homo* como tendo originado o homem e os macacos antropomorfos do Velho e do Novo Mundo. Vale lembrar que, na *Origem do homem* ele não tratou das emoções sentidas pelo homem.

Referências Bibliográficas:

BARLOW, N. (ed.). *The autobiography of Charles Darwin, 1809-1882.* New York / London: Norton & Company, 1958.

CASTILHO, Fernando Moreno. *Concepções evolutivas de Darwin na Origem das espécies (1859) e na Expressão das emoções no homem e nos*

animais (1872): um estudo comparativo. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Catolólica, São Paulo, 2010.
DARWIN, Charles Robert. *The descent of man, and selection in relation to sex*. Volume I, 1st ed. London: John Murray. 1871.
———. *The descent of man, and selection in relation to sex*. Volume II, 1st ed. 1871, London: John Murray..
———. *The expression of emotions in man and animals.* London: John Murray, 1872.
———. *The origin of species by means of natural selection*. 6th edition. London: John Murray, 1872.
HUXLEY, Thomas H. On the Relations of Man to the Lower Animals, in: HUXLEY, Thomas H. *Evidence as to man's place in nature*. New York: D. Appleton & Company, 1863.
MAYR, Ernst. *The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance.* Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

Warren Weaver: Presupuestos epistemológicos y axiológicos en la dirección de la División de Ciencias Naturales de la Fundación Rockefeller

Francisco Javier Serrano Bosquet
Doctor en Filosofía, Professor Assistente
Departamento de Filosofía y Ética, Escuela de Negocios, Ciencias Sociales y Humanidades, ENCSH, Tecnológico de Monterrey, Mexico
fjavierserrano@itesm.mx

Resumo: Warren Weaver, director de la División de Ciencias Naturales y Agricultura de la Fundación Rockefeller entre 1932 y 1955 fue uno de los principales protagonistas de la revolución que experimentaron las ciencias de la vida durante el siglo XX. Con el dinero de la Fundación no sólo equipó laboratorios o financió universidades y carreras, también atrajo la atención de científicos de distintas áreas y puso en marcha números proyectos interdisciplinarios de investigación. Pero Weaver fue, ante todo, clave en el desarrollo y difusión de una concepción de ciencia y tecnología cargada de tintes ideológicos. El objetivo de esta ponencia es poner al descubierto la concepción de ciencia de Weaver, ver en qué forma dicha concepción pudo condicionar su trabajo en la Fundación Rockefeller y, con ello, el desarrollo de la investigación biológica. Para tal fin se mostrará en primer lugar las principales áreas de desarrollo, investigación y cooperación que se desarrollaron bajo su dirección para centrarnos, posteriormente, en su concepción de ciencia, de explicación y metodología de investigación científica. Veremos porqué y en qué sentido consideraba que la ciencia y la tecnología tenían ante todo una extraordinaria responsabilidad y fin social y qué había que hacer ante la urgente necesidad de desarrollar nuevos modelos de gestión y financiación de la investigación científica.

Warren Weaver, director de la División de Ciencias Naturales y Agricultura de la Fundación Rockefeller entre 1932 y 1955, y vice-presidente de la misma entre 1959 y 1964, fue uno de los principales responsables del extraordinario desarrollo que las ciencias de la vida experimentaron durante el siglo XX. Con el dinero de la Fundación Rockefeller fue capaz no sólo de equipar numerosos laboratorios o financiar universidades y carreras, también supo atraer la atención de jóvenes científicos de distintas áreas y poner en marcha números proyectos interdisciplinarios de investigación. Su papel fue clave, sin lugar a dudas, para el desarrollo de nuevas formas de investigación, pero también lo fue para la difusión internacional de una concepción de ciencia y tecnología cargada de tintes ideológicos.

Para Weaver la ciencia en general y la biología en particular debían estar al servicio de la gente (Weaver, 1955). Eso significaba ante todo que la ciencia –bajo una clara perspectiva Malthusiana– debía responder a dos de las principales necesidades de una población mundial en constante crecimiento: alimento y energía. Pero, ¿cómo hacerlo? Para Weaver había que pensar y plantear las posibles soluciones siempre desde diversos ángulos y perspectivas. La principal tenía que ser desde luego la científica, y en ese sentido Warren Weaver apostó por el desarrollo de un nuevo tipo de investigación biológica que permitiera utilizar las habilidades, técnicas y tecnologías desarrolladas y aplicadas ya exitosamente en la química y la física. Por otro lado, la ciencia y la tecnología debían también pensarse según Weaver desde una perspectiva política, económica y social. A fin de cuentas, señalaba, ambas –ciencia y tecnología– son una cuestión de Estado. En sus propias palabras, son clave "en la defensa de nuestro país y en la tarea más amplia de velar por aquellos otros lugares del mundo que comparten nuestra filosofía según la cual lo importante es la unión de la responsabilidad colectiva y la libertad individual (…) Una defensa de la democracia moderna que hoy en día no se limita de ninguna manera a la esfera militar. El prestigio de nuestro país y el respeto en todo el mundo de nuestros ideales dependen en gran medida de que nuestra eficacia científica en la solución de problemas planetarios relacionados con la salud y la agricultura, asemeje el éxito que tenemos en zonas tan espectaculares como la física de alta energía, la investigación espacial, la radio-astronomía, la investigación ártica y, de manera más amplia y fundamentalmente, en la riqueza en general, el vigor y carácter imaginativo de nuestra actividad científica nacional" (Weaver, 1961, pág. 67).

Este es sólo un ejemplo de los numerosos presupuestos y predisposiciones bajo las cuales Warren Weaver dirigió la División de Ciencias Naturales y Agricultura de la Fundación Rockefeller. El objetivo de esta presentación es compartir algunos de los primeros resultados obtenidos durante las inves-

tigaciones llevadas a cabo dentro del Proyecto de investigación número 168062 financiado por CONACYT. Un proyecto que si bien lleva por título "La influencia de la concepción de ciencia de la Fundación Rockefeller en el desarrollo de la investigación biológica y agrícola mexicana", nos permite en esta ocasión presentar algunos resultados generales en torno al análisis de la concepción de ciencia de Warren Weaver y la forma en la que ésta pudo condicionar su gestión. Concretamente, mostraremos en primer lugar y a modo de introducción las principales áreas de desarrollo, investigación y cooperación que se desarrollaron bajo la dirección de Weaver para, posteriormente, centrarnos en su concepción de ciencia, de explicación y metodología de investigación científica, así como los principales problemas a los que ésta –la ciencia– debía responder. Unas concepciones que están ligadas, tal y como mostraremos posteriormente, al extraordinario papel social que según el autor la ciencia juega o debería jugar. Ahora bien, para que la ciencia pueda llegar a alcanzar el desarrollo que permita superar los principales problemas que debe resolver, es necesario según Weaver, desarrollar nuevos modelos de gestión y financiación de investigación científica. Desde su posición privilegiada dentro de la Fundación Rockefeller, pudo ser testigo directo de ello, pero también de la extraordinaria importancia de la ciencia y la tecnología, de su creciente complejidad, encarecimiento y, sobre todo, poder. El *Proyecto Agrícola México (1943-1965)* que se desarrolló en buena parte bajo su dirección es sólo un ejemplo de ello, de la importancia y trascendencia del papel de la ciencia, de la diversidad de factores, bienes e intereses que se mueven detrás de todo gran proyecto científico y de los múltiples factores –desde económicos hasta geopolíticos– que están en juego. Factores todos ello que, a la postre, condicionan todos los niveles y tipos de investigación. Pero dichos proyectos no sólo cambian nuestra concepción del mundo, también –como era su principal interés– lo transforman. De ahí que el estudio de los presupuestos epistemológicos y axiológicos del "principal banquero de la ciencia estadounidense" [Hager, Thomas (1998), p. 58], no tengan como fin sólo poder entender cómo éstos pudieron condicionar el desarrollo de la investigación biológica. Quisiéramos poder concluir con algunas notas –o al menos abrir el debate– en torno a la forma en la que dichos presupuestos pudieron cambiar parte del paisaje científico, político y social que rodeó algunas de las principales investigaciones científicas que se desarrollaron bajo su dirección.

Referências Bibliográficas:

ABIR-AM, Pnina. The discourse of physical power and biological knowledge in the 1930s: a reappraisal of the Rockefeller Foundation's "policy" in Molecular Biology. *Social Studies of Science*, 12 (3), Aug., 1982: 341-382.

ASENSI-ARTIGA, Vivina; PARRA-PUJANTE, Antonio. El método científico y la nueva filosofía de la ciencia. *Anales de documentación*, 5: 9-19, 2000.

BARTELS, Ditta. The Rockefeller Foundation's funding policy for molecular biology: success or failure? *Social Studies of Science*, 14: 238-243, 1984.

BOCK, Walter J. Towards a new metaphysics: the need for an enlarged philosophy of science. *Biology and Philosophy*, 15: 603–621, 2000.

CAPONI, Gustavo. El reduccionismo en la biografía contemporánea. *Signos Filosóficos*, UAM-Iztapalapa, México, julio-diciembre, VI (012): 32-62.

DOWIE, M. *American foundations: an investigative history*. Boston: The MIT Press, 2001.

FITZGERALD, Deborah. Exporting american agriculture: the Rockefeller Foundation in Mexico, 1943-53. *Social Studies of Science* , (L. Sage Publications, Ed.), 16 (3): 457-83, 1986.

GALISON, Peter. Specific Theory. *Critical Inquiry*, 30 (2): 379-383, 2004.

GRANGER, G. Para una epistemología del trabajo científico. Pp. 140-154, in: HAMBURGER J. *La filosofía de la ciencia, hoy*. México: Siglo XXI, 1989.

GRAUBARD, Stephen R.; MENDELSON, Everet; WILSON, Edward O.; GALISON, Peter. *Science in Culture (10 Essays)*. New Jersey: Transaction Pub, 2011.

KEVLES, Daniel J. Scientists, the military, and the control of postwar defense research: the case of the Research Board for National Security 1944-46. *Technology and Culture*: 20-47, 1975.

LÓPEZ BELTRÁN, Carlos. La fragmentación en las ciencias. *Fractal*, IV (14): 151-180, 1999.

MAXWELL, N. (2002). The need for a revolution in the pilosophy of science. *Journal for General Philosophy of Science*, 33: 381–408, 2002.

SERRANO BOSQUET, F. J. *Biología Molecular. Cuestiones e implicaciones filosóficas*. México: Limusa, 2006.

———. El reduccionismo fisicalista en la obra biológica de Linus Pauling. *Thémata. Revista de Filosofía* , 44: 532-553, 2011.

SERRANO BOSQUET, F. J. Ciencia, realidad y método en la obra de Linus Pauling. Madrid: E-Prints Complutense, 2009.

SUAREZ, Edna; BARAHONA Ana. The experimental roots of the neutral theory of molecular evolution. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 18: 55-81, 1996.

WEAVER, Warren. The most important methods of promoting research. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 77 (4), Apr. 22: 605-610, 1937.

———. Science and complexity. *American Scientist*, 36 (4), October: 536-544, 1948.
———. People, energy, and food. *The Scientific Monthly*, 78, (6), Jun: 359-364, 1954.
———. Science and people. *Science*, new series, 122 (3183), Dec. 30: 1255-1259, 1955.
———. Science and the citizen. *Science*, new series, 126 (3285), Dec. 13: 1225-1229, 1957.
———. Stability and change. *Science*, new series, 137 (3535), Sep. 28: 1025, 1962.
———. Scientific explanation. *Science*, new series, 143 (3612), Mar. 20: 1297-1300, 1964.
———. Philanthropic foundations and grants to universities. *Science*, new series, 158 (3805), Dec. 1: 1133-1134, 1967.
———. Molecular Biology: origin of the term. *Science*, new series, 170, (3958), Nov. 6: 581-582, 1970.
———. Why science is important? *Nutrition Reviews* , 19 (3): 65-68, 1961.
WEAVER, Warren, Charles P. Snow, Theodore M. Hesburg, William O. Baker. The moral un-neutrality of science. *Science*, new series, 133 (3448), Jan. 27: 255-262, 1961.

As relações conceituais sobre gene em livros didáticos

Francisco Paulo Caires Júnior
Graduando em Ciências Biológicas, UEL
caires88@hotmail.com

Eglaia de Carvalho
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – UEL
eglaia@hotmail.com

Mariana A. B. S. de Andrade
Professora Adjunta Departamento de biologia Geral – UEL
mariana.bologna@gmail.com

Resumo: A aprendizagem sobre o conceito de gene é um desafio para o ensino de Biologia. Segundo Burian (2005), quando os pesquisadores utilizam o termo gene é possível assegurar que estão tratando da mesma entidade, apesar das diferenças de pontos de vista, terminologia e comprometimento teórico. Para o autor, um conceito é representado como um organismo interconectado de afirmações cujas características empregam alguns conceitos teóricos “básicos”. Buscamos com esse

trabalho, utilizando a ideia de Burian (2005), analisar a relação que os livros didáticos estabelecem quando conceituam o termo gene. Procuramos perceber possíveis interconecções conceituais entre os livros analisados. Nos seis livros analisados buscou-se, a definição de gene. Utilizando o trabalho de Gerstein e colaboradores (2007) estipulamos cinco noções sobre o conceito de gene, que foram utilizadas como instrumento de análise dos livros. Percebe-se, que entre os livros didáticos analisados, ainda não há uma rede clara de conceitos/ideias/noções sobre o gene. O único termo existente em todos os livros analisados remete ao gene como uma sequencia de DNA. em duas categorias: transcrição de proteínas e de produtos funionais. Um possível caminho para a apresentação desse conceito seria transpassar o caráter de unidade hereditária, bem como uma sequência de DNA que dependendo do contexto celular, resultaria em diferentes produtos funcionais.

A aprendizagem sobre o conceito de gene é um desafio para o ensino Biologia, em especial pela influência do modelo determinista amplamente divulgado pela mídia, material didático e pelo discurso de professores da educação básica (Goldbach e El-Hani, 2008).

Segundo Burian (2005) a análise de como o uso do termo gene é utilizado pela comunidade científica permite afirmar que: é possível para os cientistas assegurarem que estão se referindo à mesma entidade apesar de suas diferenças de pontos de vista, terminologia e comprometimento teórico. Para o autor, um conceito é representado como um organismo interconectado de afirmações cujas características empregam alguns conceitos teóricos "básicos".

Utilizaremos a ideia apresentada por Burian (2005) para analisar a relação que os livros didáticos estabelecem quando conceituam o termo gene. A pergunta que orienta nosso trabalho é: quais os conceitos básicos apresentados nos textos didáticos quando conceituam o termo gene? Buscamos com esse trabalho perceber quais as possíveis interconecções.

Foram analisados seis livros didáticos de biologia. Em cada livro buscou-se, em partes do texto ou no glossário, a definição de gene. Utilizando como referencial o trabalho de revisão histórica sobre o conceito de gene de Gerstein e colaboradores (2007), estipulamos cinco noções sobre o conceito de gene ao longo da história. Essas noções, algumas excludentes e outras complementares, foram utilizadas como instrumento de análise dos livros didáticos.

Na primeira divisão história apresentada pelos autores, o gene caracterizava-se como uma **unidade discreta da hereditariedade (noção 1)**. As ideias básicas sobre conceito de gene podem ser encontradas desde 1866 com a publicação dos trabalhos clássicos de Mendel sobre a herança de características. O conceito mendeliano caracteriza um gene como "uma unidade física funcional de hereditariedade, a qual carrega informações de uma geração para outra" (Joaquim *et al.*, 2007).

Nos anos de 1940 e 1950, o gene se materializa em uma estrutura física, um código para uma proteína (Gerstein *et. al.*, 2007). A busca pela compreensão do código da vida teve um momento significativo com a publicação do trabalho sobre a estrutura da dupla–hélice da molécula de DNA por Watson e Crick. Esse trabalho possibilitou compreender que a transmissão da informação se dava por meio de especificidades genéticas em termos de propriedades combinatórias, através de um código de informação, contido na molécula de DNA. Para o autor o gene se caracteriza como **uma sequência de DNA que possui um código para uma proteína (noção 2).**

Em 1960, Charles Yanofsky, Sydney Brenner e colaboradores mostraram que o gene e seu produto polipeptídico eram estruturas colineares, que apresentavam uma correlação direta entre a sequência de pares de nucleotídeos, no gene, e a sequência de aminoácidos no polipeptídeo. Essa ideia foi complementada logo depois, com a descoberta de que alguns genes importantes codificam o RNA ribossômico (rRNA), RNA transportador (tRNA) e RNAs de pequeno tamanho (snRNA). Para Gerstein *et al.* (2007) esse período caracteriza o gene como uma **sequência com um código que transcreve um produto funcional, aminoácido ou polipeptídeo (noção 3).**

Segundo os autores, nos anos de 1990 e 2000, um número significativo de aspectos problemáticos como a regulação gênica, gene sobrepostos, o *splicing* alternativo e *tran-splicing*, colocaram, novamente, o conceito de gene em discussão. Acumularam-se evidências de que os genes possuem *introns* e *exons* (Mattick, 2003), sendo que alguns *introns* normalmente considerados como lixo molecular, em determinados contextos celulares poderiam fazer parte das proteínas e que, portanto as fitas de RNA deveriam ser processadas pós-transcripcionalmente. Nesta noção, o gene é considerado como um **segmento de DNA que contribui, por meio de diferentes processos, para funções do fenótipo (noção 4).**

Muitas observações e análises genéticas sobre os íntrons vêm constatando que essa parte do material genético tem papel fundamental na regulação gênica.

Com essa nova visão, a definição ficou resumida na expressão conhecida de um gene, várias proteínas que representava a noção de uma sequência de DNA que possui exons como segmentos independentes e, que estes exons, dependendo do contexto celular poderiam traduzir proteínas diferentes. Desta forma, a definição que atendeu estas mudanças conceituais ficaria como uma **sequência de DNA com introns e exons e que, dependendo do contexto celular, ambos podem formar parte de cadeias polipeptídicas diferentes (noção 5)** (Keller, 2000).

A partir destas informações elaboramos uma tabela (1) para relacionar qual(is) noções sobre gene os livros didáticos se aproximam quando conceituam o termo.

LIVROS	TRECHO DO LIVRO	NOÇÕES				
		1	2	3	4	5
L1	**“**Gene é uma sequência de nucleotídeos de DNA que pode ser transcrita em uma versão de RNA.”			X		
L2	“Os genes estão no núcleo das células e influenciam as características dos seres vivos. São transmitidos dos pais para os filhos e formados, em geral, por uma substância química chamada ácido desoxirribonucleico (DNA).”	X			X	X
L3	“Menor porção do DNA capaz de produzir um efeito que pode ser detectado no organismo, ou, região do DNA que pode ser transcrita em moléculas de RNA.”			X		
L4	“Trechos da molécula de DNA [...] que funcionam como um código: determinadas sequências correspondem a um determinado aminoácido [...]. Os genes enviam a ‘receita’ para a produção de proteínas [...] Sequência de nucleotídeos em uma região do DNA que contém a informação genética.”			X		
L5	“Porção (segmento) da molécula de DNA capaz de codificar a síntese de uma determinada proteína”.		X			
L6	“É a unidade básica da hereditariedade [...]. Pedaço da molécula de DNA que contém as informações para a produção de um tipo de proteína.” “Segmento da molécula de DNA, no qual está codificada uma característica hereditária”.	X	X			

Tabela 1: relações conceituais sobre gene em livros didáticos.

Percebe-se, que entre os livros didáticos analisados, ainda não há uma rede clara de conceitos/ideias/noções sobre o gene. O único termo existente em todos os livros analisados remete ao gene como uma sequencia de DNA, mesmo essa ideia se divide em duas categorias transcrição de proteínas e de produtos funionais.

Ao colocarmos o Livro 2 na categoria 5 não estamos considerando que o conceito apresentado refere-se à toda noção, a escolha deu-se pelo fato dos autores considerarem o contexto celular.

Desta forma, o conceito de gene deve ser compreendido como um objeto que tem sua existência vinculada a outros objetos. Pela análise feita nos livros didáticos, ainda não há nesses materiais um consenso desses objetivos. Um possível caminho para a apresentação desse conceito seria transpassar o caráter de unidade hereditária, bem como uma sequência de DNA que dependendo do contexto celular, resultaria em diferentes produtos funcionais.

Referências Bibliográficas:

BURIAN, Richard. M. *The epistemology of development, evolution, and genetics: selected essays*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

GERSTEIN, Mark. B.; BRUCE, Can; ROZOWSKY, Joel, S.; ZHENG, Deyou; DU, Jiang; KORBEL, Jan. O.; EMANUELSSOM, Olof; ZHANG, Zhengdong D.; WEISSMAN, Sherman.; SNYDER, Michael. What is a gene, post encode? History and updated definition. *Genome research*, 17: 669 – 681, 2007.

JOAQUIM, Leyla Mariane; EL HANI, Charbel Niño. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. *Scientiae Studia*, 08 (01): 93 – 128, 2010.

GOLDBACH, Tania; EL-HANI, Charbel Niño. Entre receitas, programas e códigos: metáforas e idéias sobre genes na divulgação científica e no contexto escolar. *Alexandria*, 1, (1): 153 – 189, 2008.

KELLER, Evelyn Fox. The century of the gene. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

MATTICK, John. S. Challenging the dogma: the hidden layer of non-protein-coding RNAs in complex organisms. *Bioessays*, 5: 930-939, 2003.

Uma dificuldade especial de Darwin: a origem dos órgãos elétricos dos Peixes

Gerda Maisa Jensen
Doutoranda em Ciências pelo Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências da Usp
Professora da Rede Municipal de São Paulo
maisajensen@ig.com.br

Resumo: Nesta comunicação é apresentada uma análise histórica das explicações sobre a origem dos órgãos elétricos de certos tipos de peixes por dois naturalistas um do início e outro do meio do século XIX. Étienne Geoffroy Saint Hilaire (1772-1844) descreveu a anatomia desses órgãos em 1802, na obra *Mémoire sur l'anatomie comparée des organs électriques de la raie torpille, du gymnote engourdissant, et du silure trembleur* e estabeleceu a analogia anatômica entre eles e deles com a garrafa de Leyden. Em 1859, a origem desses órgãos foi apresentada por Charles Darwin (1809-1882) como uma das dificuldades especiais para a sua teoria da seleção natural no livro *On the origin of species*. Darwin fez mais considerações a esse respeito, na quarta (1866) e na sexta (1872) edição. Foram analisadas ainda quinze cartas trocadas com alguns naturalistas seus contemporâneos e publicadas até agora sobre o mesmo tema, entre os anos 1856 e 1869, a fim de compreendermos os argumentos sobre esta dificuldade para a sua teoria. Darwin deixou de considerar impossível saber por quais passos graduais teriam surgido os órgãos elétricos a partir de um ancestral comum em peixes pertencentes a diferentes classes. Depois de discutir a analogia e a homologia com outros órgãos, passou a considerar que a dificuldade tornara-se ainda maior, ou seja a de explicar por quais passos graduais teriam surgido órgãos elétricos em cada um dos diferentes grupos de peixes.

Nesta comunicação é apresentada uma análise histórica das explicações sobre a origem dos órgãos elétricos de certos tipos de peixes por dois naturalistas um anterior a Darwin, Étienne Geoffroy Saint Hilaire (1779-1844), e outro do meio do século XIX, Charles Robert Darwin (1809-1882).

A existência de peixes que causam entorpecimento e dor nas presas e nas mãos de quem os toca chegou a ser considerada uma fábula, até que os Filósofos naturais dos séculos XVII e XVIII tomaram-no como objeto de investigação, procurando conhecer as suas causas por meio de estudos anatômicos e morfológicos, bem como por meio de experimentos.

Somente no terço final do século XVIII, em 1773, foi publicado um estudo experimental sobre o fenômeno causado pelo torpedo realizado pelo inglês John Walsh (1725-1795). Ele descreveu seu trabalho em carta endereçada a Benjamin Franklin, e publicou-o nos *Philosofical Transactions* da *Royal Society*. A publicação de 1773 consta de duas cartas endereçadas a Benjamim Franklin. Walsh não citou a hipótese de Réaumur em nenhuma das cartas, porém, defendeu desde os primeiros parágrafos, baseando-se na investigação da condução do choque, que o fenômeno do torpedo era um fenômeno elétrico (Walsh, 1773, p. 462). No entanto, na carta de 27 de agosto de 1772, escrita em Paris e que se referia aos torpedos estudados na Ile de Ré, Walsh, após ter descrito seus experimentos, não demonstrou o mesmo entusiasmo, tecendo considerações sobre possíveis contestações que poderiam ser feitas para os que comparavam o fenômeno do torpedo com aqueles da garrafa de Leyden uma vez que, nos peixes, não ocorria através do ar, nem era acompanhada de luz e som (Walsh, 1773, p. 474-75).

A garrafa de Leyden teve um impacto profundo nos estudos acerca da eletricidade à época. Tratava-se de uma garrafa de vidro tampada com uma rolha atravessada por um prego, dispositivo construído por volta de 1745, independentemente, por Ewald Georg Von Kleist (1700-1748), bispo da Pomerânia, em Amsterdã, atualmente pertencente à Província da Holanda do Norte (Países Baixos) e Pieter Von Mussenbroeck (1692-1761), holandês, na Universidade de Leyden, na atual Província da Holanda do Sul. A descarga elétrica da máquina elétrica, obtida pelo atrito, era conduzida por uma corrente de metal para uma vara de metal e desta para a água que estava dentro da garrafa e que era condutora, o vidro era um não condutor. A garrafa acumulava a eletricidade da máquina elétrica. A seguir, aproximava-se o prego da garrafa de um objeto qualquer e surgia uma faísca.

Étienne Geoffroy Saint Hilaire (1772-1844) "depois de tanto sucesso das pesquisas relativas aos fenômenos galvânicos" buscou explicação para o fato de peixes classificados àquela época (e também atualmente) em grupos tão diferentes, apresentarem analogia morfológica e anatômica entre os mesmos órgãos onde se reconheciam as propriedades elétricas (Saint Hilaire, 1802, p. 392) publicado em Paris nos *Annales du Muséum National D'Histoire naturelle* (*Anais do Museu de História Natural*) com o título *Mémoire sur l'anatomie comparée des organes électriques de la raie torpille, du gymnote engourdissant, et du silure trembleur* (Memória sobre a anatomia comparada dos órgãos elétricos da raia torpedo, do gimnoto entorpecedor e do siluro tremante).

Saint Hilaire fez uma descrição e comparação entre os órgãos elétricos dos três tipos de peixes e tudo indica que, pela primeira vez, no caso do siluro tremante. O autor concluiu que os órgãos elétricos apesar de algumas diferenças anatômicas e morfológicas eram a reunião de instrumentos simples comparáveis à reunião de várias garrafas de Leyden, tal qual afirmou o ilustre Lacépede (Saint Hilaire, 1802, p. 404). Ou seja, eram compostos por uma parte condutora de fluido elétrico, as células ricas em gelatina e albumina, e uma parte não condutora, as lâminas aponevróticas, que atravessam essa massa gelatinosa. No caso dos torpedos, suas propriedades dependiam desses elementos que chamou *"idio-électriques"* e *"an-électriques"* (Saint Hilaire, 1802, p. 404). Ainda afirmou que tudo se passa sem a influência de outros órgãos essenciais à vida dos peixes, quase no exterior desses animais.

Para Saint Hilaire, portanto, o fenômeno dos peixes não dependia da forma, nem da localização dos órgãos elétricos e nem do ramo nervoso que eram diferentes nos diferentes grupos de peixes estudados. Para ele, a analogia entre os órgãos elétricos, ou seja, a semelhança anatômica entre os órgãos elétricos de peixes pertencentes a diferentes grupos devia-se à presença das células ricas em gelatina e albumina que são condutoras como a água e as lâminas aponevróticas que são não condutoras como o vidro, de

modo que o funcionamento delas seria tal e qual ao da garrafa de Leyden.

Em 1859, a origem desses órgãos foi apresentada pelo naturalista britânico Charles Darwin como uma das dificuldades especiais para a sua teoria da seleção natural no livro *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* (Sobre a origem das espécies por meio da selecção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida). Ele se baseou em três argumentos.

Darwin fez mais considerações a esse respeito, na quarta (1866) e na sexta (1872) edição. Foram analisadas ainda quinze cartas trocadas com alguns naturalistas seus contemporâneos e publicadas até agora sobre o mesmo tema, entre os anos 1856 e 1869, a fim de compreendermos os argumentos de Darwin para colocá-los como dificuldade da sua teoria.

Logo no primeiro volume das correspondências de Darwin os editores afirmam que desde 1836 ele questionava a fixidez das espécies enquanto organizava as suas anotações sobre pássaros que havia coletado durante a sua viagem a bordo do H.M.S. Beagle numa sua bem conhecida passagem. A partir de 1837, portanto, ele teria embarcado numa incessante busca de fatos para a construção de teorias para poder explicar esta visão transmutacionista sobre a origem das espécies (Burkhardt & Smith, 1985, p. xix).

Inicialmente Darwin considerou impossível saber por quais passos graduais teriam surgido os órgãos elétricos a partir de um ancestral comum em peixes pertencentes a diferentes classes (1859), mas, depois de discutir a analogia e a homologia destes órgãos com outros órgãos dos peixes, passou a considerar que a dificuldade tornara-se ainda maior, ou seja a de explicar por quais passos graduais teriam surgido órgãos elétricos em cada um dos diferentes grupos de peixes (1876).

Referências bibliográficas:

CARUS, J. V. para Darwin, C. R. *Letter 6974 de 06/11/1869*. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-6974>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

CLAPARÉDE, J. L. R. A. para Darwin, C. R. *Letter 3715 de 08/09/1862*. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3715>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert. Chapter VI. Difficulties on theory. *On the Origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. [1st ed.]. London: John Murray 1859, p. 171-206. Disponível em http://darwin-online.org.uk. Acesso em: 22 de fevereiro de 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in*

the Struggle for Life. [2nd ed.]. London: John Murray 1860, p. 176-206. Disponível em http://darwin-online.org.uk. Acesso em: 22 de fevereiro de 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. *On the Origin http://darwin-online.org.ukof Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. [3rd ed.]. London: John Murray, 1861, p. 189-226. Disponível em < http://darwin-online.org.uk>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2013..

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. [4th ed.]. London: John Murray, 1866, p. 199-247. Disponível em http://darwin-online.org.uk. Acesso em: 22 de fevereiro de 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. [5th ed.]. London: John Murray 1869, pg. 207-254. Disponível em http://darwin-online.org.uk. Acesso em: 22 de fevereiro de 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. [6th ed.]. London: John Murray, 1872, p. 133-167. Disponível em http://darwin-online.org.uk. Acesso em: 22 de fevereiro de 2013.

_____. Chapter VI. Difficulties on theory. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. [6th ed.rev.]. London: John Murray, 1876, p. 133-167. Disponível em http://darwin-online.org.uk. Acesso em: 22 de fevereiro de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Huxley, T.H. *Letter 2020 de 13/12/1856*. Darwin Correspondence Database. Disponível em http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2020. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Lyell, Charles. *Letter 2925 de 23/09/1860*. Darwin Correspondence Database. Disponível em http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2925 . Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Bronn, H.G. *Letter 2940 de 05/10/1860*. Darwin Correspondence Database. Disponível em http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2940>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Huxley, T.H. *Letter 2986 de 18/11/1860*. Darwin Correspondence Database. Disponível em <

http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2986>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Lyell, Charles. *Letter 2996 de 24/11/1860*. Darwin Correspondence Database. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2996 >. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Wymann, Jeffries. *Letter 3005 de 03/12/1860*. Darwin Correspondence Database. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3005>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Muller, J. F. T. *Letter 4881 de 10/08/1865*. Darwin Correspondence Database. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-4881>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Muller, J. *Letter 3056 de 03/02/1861*. Darwin Correspondence Database. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3056>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Wymann, J. F. T. *Letter 4881 de 10/08/1865*. Darwin Correspondence Database. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-4881>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

DARWIN, Charles Robert para Lewes, G. H. *Letter 6308 de 07/08/1868*. Darwin Correspondence Database. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-6308>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

FREIRE-MAIA, Newton. *Teoria da Evolução: de Darwin à teoria sintética*. Coleção "O Homem e a Ciência", volume 2. São Paulo: Editora Itatiaia / Editora da Universidade de São Paulo, 1988.

HOLLAND, H. para Darwin, C.R. *Letter 2578 de 10/12/1859*. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-2578>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

PICCOLINO, Marco. Electric fishes research in the nineteenth century, following the steps of Carlo Matteucci and Giuseppe Moruzzi. *Archives Italiennes de Biologie*, 149 (Suppl.): 10-17, 2011. Disponível em http://www.architalbiol.org/aib/article/viewFile/1452/pdf-24. Acesso em: 05 de março de 2013.

RECHT, Georg para Darwin, C.R. *Letter 6656 de 11/03/1869*. Disponível em < http://www.darwinproject.ac.uk/entry-6656>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

SAINT-HILAIRE, Etienne Geoffroy. Mémoire sur compare des organs électriques de la raie torpille, du gymnote engourdissante, et du silure

trembleur. *Annales du Muséum Nationale d'Histoire Naturelle*, 1: 392-407, 1802.
SCOTT, J. para Darwin, C. R. *Letter 3847 de 06/12/1862*. Disponível em <http://www.darwinproject.ac.uk/entry-3847>. Acesso em: 15 de abril de 2013.

Investigações sobre o conceito de monera de Ernst Haeckel

Guilherme Francisco Santos
Doutorando em filosofia
Departamento de filosofia - FFLCH-USP
guilherme.fsantos@usp.br

Resumo: O objetivo dessa comunicação é destacar alguns elementos para uma investigação sobre o conceito de monera do zoólogo alemão Ernst Haeckel (1834-1919). Haeckel construiu sob o termo monera um conceito com o qual ele procurou tratar questões relativas à natureza dos elementos orgânicos fundamentais, à forma e composição dos organismos complexos, à individualidade orgânica e à origem da vida e da evolução, dentre outras. Tal conceito, formulado e desenvolvido por ele, ocupa um lugar central dentro de sua proposta de uma morfologia evolucionista. As moneras são para Haeckel os organismos mais simples e primitivos, ou seja, seres vivos cujo corpo se constitui de uma simples massa homogênea e não estruturada de protoplasma. Haeckel destacou na sua obra fundamental de 1866, a Morfologia Geral, e reafirmou em sua Monografia das Moneras de 1868, que ele aplica o termo monera aos seres vivos que exibem uma simplicidade morfológica extrema. Destacam-se desse conjunto de questões dois problemas associados: Por meio dos seus estudos sobre as moneras Haeckel procurou formular uma resposta para a questão referente à origem da vida, defendendo a existência de um caminho natural que conduzia do inorgânico ao orgânico; além disso, Haeckel buscou oferecer com o conceito de monera as bases para uma resposta geral à questão sobre a origem e a natureza da individualidade orgânica. Do ponto de vista teórico, o problema colocado pela perspectiva haeckeliana é o da possibilidade de conceber consistentemente a unidade e a individualidade das formas orgânicas fundamentais sem desconectar a sua gênese e a sua natureza própria do todo natural do qual se originam.

O objetivo desta comunicação é destacar alguns elementos para uma investigação sobre o conceito de monera do zoólogo alemão Ernst Haeckel (1834-1919). Haeckel construiu sob o termo monera um conceito com o qual ele procurou tratar questões relativas à natureza dos elementos orgânicos fundamentais, à forma e composição dos organismos complexos, à individualidade orgânica e à origem da vida e da evolução, dentre outras. Tal conceito, formulado e desenvolvido por ele, ocupa um lugar central

dentro de sua proposta de uma morfologia evolucionista. As moneras são para Haeckel os organismos mais simples e primitivos, ou seja, seres vivos cujo corpo se constitui de uma simples massa homogênea e não estruturada de protoplasma. Haeckel destacou na sua obra fundamental de 1866, a Morfologia Geral, e reafirmou em sua Monografia das Moneras de 1868, que ele aplica o termo monera aos seres vivos que exibem uma simplicidade morfológica extrema. Trata-se, portanto, das formas orgânicas no seu mais baixo estado de organização, pois "todo o seu corpo, numa condição de desenvolvimento pleno e movimento livre, consiste de uma substância plenamente homogênea e sem estrutura, uma porção viva de albumina capaz de realizar a nutrição e a reprodução" (Haeckel [1868], 1869 p. 28). Essa porção de albumina que se mantém em união constante tem uma forma externa irregular e mutável, mas globular quando em repouso e nela não se detectam internamente partes dissimilares. Nelas está ausente a complexidade morfológica que caracteriza os demais seres vivos os quais, mesmo nas suas formas unicelulares apresentam uma distinção de partes, o protoplasma e o núcleo. Ao contrário destes, nas moneras todas as diferentes funções da existência, nutrição, reprodução, sensação e locomoção se efetuam sem tal diferenciação, pois "cada partícula do corpo de uma monera pode efetuar tudo o que efetua o conjunto do seu organismo" (Haeckel [1876], 1919, p. 26).

Destacam-se desse conjunto de questões dois problemas associados que estão no cerne da formulação do conceito de monera. Em primeiro lugar, por meio dos seus estudos sobre as moneras Haeckel procurou formular uma resposta para a questão referente à origem da vida, defendendo a existência de um caminho natural que conduzia do inorgânico ao orgânico, fenômeno ou processo comumente referido como geração espontânea e que ele denominou autogonia (geração de si mesmo). Dentro dessa linha particular de investigação o autor envidou ainda esforços no sentido de estabelecer a própria natureza fundamental do vivo, isto é, o caráter distintivo do fenômeno vital. Em segundo lugar, Haeckel buscou oferecer com o conceito de monera as bases para uma resposta geral à questão sobre a origem e a natureza da individualidade orgânica. Nesse ponto Haeckel estava interessado em compreender a partir das moneras o fenômeno da individuação biológica ou o processo de geração do indivíduo biológico enquanto um ser morfologicamente definido. Para ele o aparecimento da estruturação morfológica no seu nível mais elementar ou primário, que significa o aparecimento do próprio indivíduo, sempre depende de uma atividade fisiológica primordial que lhe é, portanto, necessariamente anterior. É de se destacar dois aspectos quanto a essa linha particular de investigação. De um lado, Haeckel buscará, coerentemente com seus princípios biogenéticos, envolver tanto a dimensão evolutiva quanto a ontogenética nos seus estudos sobre o processo da individuação. Por outro lado, sua discussão sobre as moneras e

o surgimento da individuação orgânica elementar servirá, segundo cremos, como um modelo geral para sua compreensão do processo de individuação em níveis de maior complexidade, por exemplo, na sua conceptualização da forma elementar dos metazoários.

Do ponto de vista teórico, o problema colocado pela perspectiva haeckeliana é o da possibilidade de conceber consistentemente a unidade e a individualidade das formas orgânicas fundamentais sem desconectar a sua gênese e a sua natureza própria do todo natural do qual se originam, isto é, de como desenvolver uma concepção de formas individuais que leve em conta necessariamente a sua íntima ligação com o universo natural, orgânico e inorgânico, e a noção de que tais formas individuais são elas mesmas, em certo sentido, uma expressão desse universo natural. Essa exigência de manutenção de uma unidade geral do meio natural com uma concepção genuína de indivíduo orgânico e de forma orgânica elementar envolverá a construção de um conceito de forma orgânica dentro de uma chave morfológica. O desenvolvimento de tal empreendimento envolve uma combinação de elementos teóricos e empíricos que têm por base as estratégias, as práticas e os resultados das investigações científicas de Haeckel.

Referências Bibliográficas:

HAECKEL, E. *Generelle morphologie der organismen*. Berlin: G. Reimer, 1866.

———. Monographie der moneren. *Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft*, 4: 64-144, 1868.

———. Monograph of Monera [1868]. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, IX: 27-42, 113-134, 219-232 e 327-342,1869.

———. *Natürliche Schöpfungsgeschichte* [1868]. Berlin: G. Reimer, 1889.

———. *Biologische Studien: Studien zur Gastraeatheorie*. Jena: Hermann Dufft, 1877.

———. *The History of Creation* [1868]. Nova York: Appleton and Company, 1880.

———. *História da Creação Natural* [1879]. Porto: Chardron, 1930.

———. Perigenesis de las plastídulas. Pp. 7-80, in: Haeckel, E. *El Origen de la Vida* [1876]. Buenos Aires: Editorial Tor, 1919.

———. *Maravilhas da Vida* [1904]. Porto: Lello & Irmão, 1963.

LENOIR, T. *The strategy of life: teleology and mechanics in nineteenth century german biology*, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1982.

RADL, E. M. *Historia de las teorias biológicas*. Madrid: Alianza, 1988 [1913].

RICHARDS, R. J. *The tragic sense of life*, Chicago, UC Press, 2008.

RINARD, R. The problem of the organic individual: Ernst Haeckel and the development of the biogenetic law. *Journal of the History of Biology*, 14 (2): 249-275, 1981.

SCHLEIDEN, M. Contributions to Phytogenesis. Pp. 229-264, in: SCHWANN, Mathias (org.). *Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants*. London: Sydenham Society, 1843.

Edward Poulton e a polaridade próximo-remoto

Gustavo Caponi
Doutor em Lógica & Filosofia da Ciência, Professor Associado do Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina, pesquisador do *CNPq*
gustavoandrescaponi@gmail.com

Resumo: Sem usar as expressões 'causas próximas' e 'causas remotas', Poulton mostrou a dualidade epistemológica à qual a polaridade *próximo-remoto* alude, com uma clareza que apenas se insinua em John Baker e em outros predecessores de Mayr. O que Poulton assinalou é a articulação que pode existir entre esses dois caminhos de indagação que ele também caracterizou em virtude da oposição entre um *como* e um *porquê* das estruturas e dos processos biológicos. Mas, além disso, ele também mostrou que, ao acessar-se o plano das causas remotas, pode-se reconhecer e entender essa dimensão teleológica dos fenômenos biológicos que só a Teoria da Seleção Natural permite explicar dentro de uma perspectiva científica. Poulton, neste sentido, foi claramente mais longe que Mayr: ele reconheceu essa teleologia sem rodeios; e ao fazê-lo deixou em evidência a própria genealogia da polaridade próximo-remoto. Ela, conforme Poulton nos faz ver, é uma reformulação, uma naturalização, dessa distinção entre causas primeiras [ou últimas] e segundas [ou próximas] que já parece nos primórdios da ciência moderna. A análise de Poulton é em si própria um momento importante na configuração dessa distinção conceitual cuja história nos importa reconstruir. Mas ademais disso, ela também nos permite enxergar mais claramente aonde é que essa polaridade finca suas raízes mais longínquas.

A contraposição entre causas próximas que explicam *como* os fenômenos biológicos ocorrem, e causas remotas que explicam *por que* ocorrem, foi enunciada por vários evolucionistas anteriores a Ernst Mayr; quem foi, ainda assim, o verdadeiro responsável pelo fato dessa polaridade vir a se transformar em um marco da Biologia Evolucionaria e da própria Filosofia da Biologia. E entre esses outros naturalistas que já tinham chegado a colocar essa dicotomia, há que elencar a Edward Poulton [1856-1943]: esse influente pioneiro do Programa Adaptacionista ao qual, por diversas razões,

os historiadores da Biologia Evolucionaria não deram a atenção que ele certamente merece. Durante o período histórico que Julian Huxley chamou de *eclipse do darwinismo*, Poulton foi dos principais defensores da Teoria da Seleção Natural e seu trabalho como naturalista forneceu um importante apoio observacional a esse compromisso teórico (cf. Carton, 2011, p.140; Caponi, 2011, p.113).

Embora os termos usados por Poulton não sejam os mesmos que Mayr utilizou ao delinear sua demarcação entre Biologia Funcional e Biologia Evolucionária, ele tinha uma compreensão dessa distinção entre dois modos de interrogar o ser vivo que era muito próxima daquela que este último autor sempre sustentou. De fato, embora Mayr sempre atribua a John Baker (1938) a primeira enunciação clara dessa partição entre dois modos de interrogar o ser vivo, Poulton chegou a ela antes, e muito mais claramente, que Baker. Sem usar as expressões *próximo-remoto*, Poulton mostra a dualidade à qual essa polaridade alude com uma clareza que, inclusive, vai além daquilo que o próprio Mayr chegou a enxergar.

O que Poulton (1908, p. xvi) mostra é, em primeiro lugar, a articulação que pode existir entre esses dois caminhos de indagação que ele também caracteriza em virtude da oposição entre um *como* e um *porquê* das estruturas e dos processos biológicos: "Os intentos por responder as questões *por que* e *como* - *a que fim* e *de que modo* - sob nenhum ponto de vista interferem entre si. Esses dois lados da pesquisa, pelo contrário, dão-se mútua assistência e estimulo" (Poulton, 1908, p. xvi). Mas, além disso, Poulton também mostra que, ao acessar-se o plano das causas remotas, pode reconhecer-se e entender-se essa dimensão teleológica dos fenômenos biológicos que só a Teoria da Seleção Natural permite explicar desde uma perspectiva científica. É aí que Poulton vai claramente mais longe que Mayr: ele reconhece essa teleologia sem rodeios; e ao fazê-lo põe em evidência a própria genealogia da polaridade próximo-remoto. Apoiando-se em Whewell (1847, p. 620), Poulton (1908, p. xlvi) reivindica as perguntas *por que*, dizendo que "a ideia de causa final é uma condição essencial quando se trata de levar adiante nossas pesquisas sobre os corpos organizados"; e isso remete ao que poderia caracterizar-se como a forma primitiva, pré-darwiniana, da polaridade próximo-remoto. Uma forma primitiva cujas raízes fincam nos primórdios da ciência moderna.

Em certo sentido, e como o próprio Mayr o sugere quando a remonta a Boyle, a distinção entre causas próximas e remotas pode ser considerada como um eco distorcido daquela distinção entre causas primeiras e segundas, ou entre causas primeiras e causas próximas, ou inclusive entre causas últimas e causas próximas, que começa a insinuar-se nos começos da ciência moderna. Uma distinção que, sem deixar de aparecer em muitos outros autores, cobra sua formulação mais clara na distinção que Claude Bernard

estabeleceu entre causas primeiras que nos explicariam o *porquê* dos fenômenos naturais, mas que não seriam acessíveis à ciência natural, e causas próximas que, estando ao alcance da observação e das manipulações experimentais, só nos dariam a conhecer o *como* desses fenômenos. Porém, enquanto nesse contexto as causas últimas ficaram sempre associadas a algo que escapava ao domínio da ciência natural, a dicotomia evolucionista entre causas próximas e últimas (ou remotas) remete, claramente, a duas ordens da causação natural.

Mas, obviamente, a semelhança terminológica, que ao traduzir 'ultimate' por 'remoto' certamente se apaga, não é casual. Nem tampouco ela é um caso de convergência. Ela se explica genealogicamente: por filiação compartilhada. A polaridade evolucionista deriva da polaridade clássica. Os evolucionistas apelaram para ela procurando delimitar e reivindicar seus objetivos cognitivos. E eles tinham um bom motivo para proceder assim: a Teoria da Seleção Natural concedia eficácia causal à *razão de ser* das estruturas biológicas. Sob sua cobertura, a utilidade, a vantagem, podia ter valor explicativo e significado causal. O que o pensamento teológico adjudicava a causas últimas de caráter sobrenatural, a teoria formulada por Darwin o atribuía a uma causa natural e, nesse sentido, segunda. Mas, na medida em que essa causa se identificava com a *razão de ser* das estruturas e processos biológicos, ela podia merecer o rótulo de 'causa última'.

Pode-se dizer, neste sentido, que, historicamente falando, a polaridade próximo-remoto é um efeito da naturalização da teleologia operada pelo darwinismo (Caponi, 2012a e 2012b). Desde um ponto de vista puramente epistemológico, seu fundamento é mais geral. Ela tem a ver com o próprio surgimento de uma Biologia de linhagens: uma Biologia cujo objeto privilegiado já não é o organismo. Mas, quando se rastreia como foi que essa polaridade começou a ser reconhecida, constata-se que sua motivação efetiva foi mais limitada. Ela tinha que ver com o fato de que o darwinismo havia instituído um modo não teológico de perguntar *por que?*.

Referências Bibliográficas:

BAKER, John. The evolution of breeding seasons. Pp.161-178, in: DE BEER, Gavin (ed.). *Evolution.* Oxford: Clarendon Press, 1938.

CAPONI, Gustavo. *La segunda agenda darwiniana*. México: Centro Lombardo Toledano, 2011.

———. Teleología Naturalizada: los conceptos de función, aptitud y adaptación en la Teoría de la Selección Natural. *Theoria*, 76: 97-144, 2012.

———. ¿Fue o no fue Darwin el Newton de la brizna de hierba? *Principia* 16 (1): 53-79, 2012.

CARTON, Yves. *Entomologie, Darwin et le Darwinisme*. Paris: Hermann, 2011.

MAYR, Ernst. Cause and Effect in Biology. *Science*, 134: 1501-1506, 1961.
POULTON, Edward. Mutation, Mendelism and Natural Selection. Introduction to: POULTON, Edward. *Essays on evolution: 1889-1907*. Oxford: Clarendon Press, 1908.
WHEWELL, William. *The philosophy of the inductive sciences.* Volume I, (two volumes edition). London: Parker, 1847.

O princípio de seleção natural na obra *Origem das Espécies*: Uma análise em busca da sua função e do seu significado

Heloisa Allgayer
Mestranda em Filosofia. Bolsista Capes.
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos
Orientadora: Dra. Anna Carolina Krebs Pereira Regner
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos
heloisaallgayer@gmail.com

Resumo: A obra *Origem das Espécies* de Charles Darwin é um marco na ciência, tanto pela sua abordagem evolucionista da origem das espécies, quanto pela sua estratégia argumentativa em favor da hipótese de que a seleção natural seja seu principal mecanismo. Darwin chama sua obra de "um longo argumento", e este argumento, é estruturado tendo do princípio de seleção natural como seu principal eixo fator constante na natureza que determina quais espécies serão preservadas e quais serão extintas, pela preservação das variações úteis a seus possuidores em face de suas "condições de vida" e extinção das que lhes sejam injuriosas. Os objetivos desse trabalho são: abordar o significado e a função do princípio de seleção natural e determinar as estratégias argumentativas em favor desta tese. As respostas aos objetivos se dão da seguinte forma: o princípio de seleção natural ou sobrevivência do mais apto é o processo de preservação e acúmulo de características benéficas a seus possuidores e de eliminação das nocivas; a principal função do princípio de seleção natural é explicar de que modo forma novas espécies surgem na natureza. Desse modo, refuta o Criacionismo como doutrina segundo a qual cada espécie é fruto de um ato especial de Criação. Duas estratégias argumentativas ganham destaque sendo elas a relação metafórica e a relação todo/parte. A recapitulação no início de cada capítulo caracteriza a forma como Darwin argumenta.

A obra *Origem das Espécies* de Charles Darwin é um marco na ciência, tanto pela sua abordagem evolucionista da origem das espécies, quanto pela sua estratégia argumentativa em favor da hipótese de que a seleção natural seja seu principal mecanismo. Darwin chama sua obra de "um longo argumento", e este argumento, ou seja, a obra é estruturada tendo do princípio de seleção natural como seu principal eixo fator constante na natureza que determina quais espécies serão preservadas e quais serão extintas, pela pre-

servação das variações úteis a seus possuidores em face de suas "condições de vida" e extinção das que lhes sejam injuriosas.

A metodologia de pesquisa se dividiu em três etapas; levantamento de obras e artigos filosóficos em revistas eletrônicas e periódicos que correspondam ao problema de pesquisa, a fim de servirem como referencial teórico; a partir das obras indicadas na bibliografia, analisar a estruturação da obra-chave, o significado e função do princípio de seleção natural, com auxílio dos "Notebooks" de Darwin, procurar determinar a construção do princípio de seleção natural ao longo do tempo; no final destas duas etapas será iniciada a redação final deste trabalho.

Os objetivos desse trabalho são: abordar o significado e a função do princípio de seleção natural e determinar as estratégias argumentativas em favor desta tese. As respostas aos objetivos se dão da seguinte forma: o princípio de seleção natural ou sobrevivência do mais apto é o processo de preservação e acúmulo de características benéficas a seus possuidores e de eliminação das nocivas; a principal função do princípio de seleção natural é explicar de que modo forma novas espécies surgem na natureza. Desse modo, refuta o Criacionismo como doutrina segundo a qual cada espécie é fruto de um ato especial de Criação. Ou seja, as espécies não são produzidas por algo externo à própria natureza, mas surgem na própria natureza, segundo suas leis e condições.

A seleção natural se relaciona em um estado de interdependência com o princípio de variação, o princípio de luta pela existência, o princípio de variação em aptidão e a hereditariedade. A seleção natural atua sobre as variações dadas pela natureza, fazendo com que sejam herdadas se forem benéficas. A luta pela existência é uma metáfora que visa explicitar diferentes níveis de relação entre os seres vivos que levam a um estado competitivo. Somente os seres vivos que possuírem características que possam tornálo mais "competitivo" que os outros, fazem com que ele sobreviva. São as complexas relações entre os seres vivos, e a sua capacidade de apresentar e herdar variações que dão sentido e função à seleção natural, sendo esse o meio mais importante para explicar o surgimento e a extinção de espécies na natureza.

A *Origem das Espécies* foi uma obra que trouxe novidades tanto em seu discurso quanto em sua hipótese chave. A hipótese chave é a seleção natural. Tal hipótese é para Darwin a explicação natural para o surgimento de novas espécies na natureza. Não é possível considerar Darwin um indutivo[8] clássico, em um significado literal de tal termo, pois não seria possível extrair a seleção natural de uma observação. Assim como não é possível con-

[8] Indução é considerado extrair uma conclusão geral mediada por observação.

siderar Darwin um hipotético dedutivo[9], já que no argumento no qual segue a seleção natural como conclusão não há independência entre pelo menos duas premissas, nem entre a premissa 2 e a conclusão:

1) Princípio de variação
2) Princípio de luta pela existência
3) Princípio de variação em aptidão
4) Hereditariedade
5) Princípio de seleção natural

Não há independência entre 2 e 3, enquanto a aptidão não pode ser concebida ser a luta pela existência. Assim como não há independência da premissa 2 e da conclusão (5), uma vez que uma não pode ser entendida sem a outra.

Darwin utiliza variadas estratégias argumentativas que favorecem sua tese. Dentre as quais destaco:

a) Analogia.
b) Metáfora.
c) Relação todo/parte.

A analogia ganha destaque já no primeiro capítulo da *Origem* que é intitulado "Variation Under Domestication". Já primeiro capítulo Darwin faz a analogia entre a seleção pelo homem e a seleção natural. A analogia é apresentada mais explicita e contundentemente nos capítulo III e IV. A fim de argumentar favoravelmente para caracterizar a seleção pelo homem, o autor fez um estudo sobre pombos domésticos. Darwin não compara apenas a seleção pelo homem com a seleção natural, ele mostra de que forma elas se relacionam, e como a seleção natural se sobrepõe a seleção pelo homem. A seleção pelo homem é dependente da seleção natural.

A metáfora, ganha "poder", principalmente no capítulo III intitulado "Struggle for Existence". Darwin utiliza a metáfora da luta pela existência em um sentido amplo. Tal termo ganha uma gama de significados para que possa comportar as diversas relações naturais. Darwin utiliza a metáfora para elucidar diferentes situações que possam favorecer a sua tese. A metáfora é utilizada em toda a obra.

A relação todo/parte é a principal estratégia argumentativa utilizada na *Origem*, e é considerada a novidade argumentativa no que concerne o discurso científico. Essa relação consiste no:

a) Padrão inicial de recapitulação em cada um dos capítulos e de projeção a posteriores.
b) O uso de uma teia argumentativa onde a seleção natural "defende" o argumento parcial e esse argumento reforça a seleção natural.

---

[9] Hipotético dedutivo é considerado o argumento dedutivo cujas premissas são hipóteses que podem ser independentemente submetidas a testes, sendo consideradas válidas as que não tiverem sido falseadas.

O padrão de recapitulação é utilizado em todos os capítulos exceto o primeiro. Essa recapitulação auxilia no convencimento do leitor quanto à tese defendida por Darwin. Para construir a teia argumentativa Darwin tem a preocupação de contar com capítulos que refutam as principais objeções a sua tese. O autor com tal refutação, torna as aparentes objeções como argumentos favoráveis a seleção natural.

Darwin, a partir da estruturação argumentativa utilizada na *Origem*, consegue convencer o leitor de sua hipótese. A partir da leitura realizada da *Origem das Espécies*, é possível afirmar que se a teoria darwiniana exibe o status de marco científico, somos levados a rever as exigências de cientificidade em termos de um conjunto fixo e estrito de regras metodológicas e de estruturação matemática. Antes, deparamo-nos com o uso de metáforas explicativas pelo autor, a ausência de uma forte base matemática, e um sofisticado, não imediato, contraste com a experiência.

Referências Bibliográficas:

DARWIN, Charles. *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life***.** 6 ed. London: John Murray, 1872.

———. *The life and letters of Charles Darwin*. Ed. Francis Darwin. London: John Murray, Albemarle Street, 1887. V. 1-3.

———. *More Letters of Charles Darwin's*. Volumes 1 e 2. Ed. By Francis Darwin. London: John Murray, Albermale Street, 1903.

———. *Charles Darwin's Diary of the voyage of H. M. S. Beagle***.** Ed. By Nora Barlow. New York: The Macmillan Company, 1933.

———. *The autobiography of Charles Darwin***.** Ed. By Nora Barlow. London and Glasgow: Collins Clear Type Press, 1958.

———. Darwin's notebooks on transmutation of species addenda and corrigenda. Ed. Sir Gavin de Beer and M. J. Rowlands. *Bulletin The British Museum (Natural History) Historical Series*, London, 6 (2): 185 - 200, 1961.

———. *Charles Darwin's Beagle diary***.** Ed. By R. D. Keynes. United Kingdom: Cambridge university Press, 2001.

LEAL, Halina M. REGNER A. C. K. Pereira. A racionalidade na explicação darwiniana da Origem das Espécies. *Principia*, 3 (2): 213-56, 1999.

MUSACCCHIO, Eduardo. A. El darwinismo a mediados del siglo XX y las relaciones entre la filosofia y la biologia. Pp. 113 - 152, in: MARTINS, Lilian A. C. Pereira; REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira; LORENZANO, Pablo (orgs.). *Ciências da Vida: Estudos filosóficos e Históricos*. São Paulo: Associação de Filosofia e História da Ciência do cone Sul, 2006.

REGNER, Anna C. K. P. *A natureza teleológica do princípio darwiniano*

de seleção natural: A articulação do metafísico e do epistemológico na Origem das Espécies. 1995. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de pós graduação em educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

———. O conceito Darwiniano de causalidade. Pp. 29 – 66, in: MARTINS, Lilian A. C. Pereira; REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira; LORENZANO, Pablo. *Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos*. São Paulo, Associação de Filosofia e História da Ciência do cone Sul, 2006..

RUSE, Michael. Is evolution a social construction? *Endeavour*, 22: 140 - 142, 1998.

———. Charles Darwin's On The Origin of Species. *Springer, Topoi*, 26: 159–165, 2007.

———. Darwin's debt to philosophy: an examination of the influence of the philosophical ideas of John F. W. Herschel and Willian Whewell On the development of Charles Darwin's Theory of Evolution. *Studies in History and Phiosophy of Science*, 6 (2): 159 – 181, 1975.

———. The origin of life: philosophical perspectives. *Journal of Theorethical Biology*, 187: 362-371, 1997.

WYHE, John van. Charles Darwin 1809–2009. *Elsevier, The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 41: 251–253, 2009.

A organização da vida na perspectiva de Humberto Maturana: Autopoiesis

Herbert Gomes da Silva
Mestre em Ciências – Ensino de Biologia
Vice-coordenador do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia Cultural – EACH/USP
pesquisahgs@gmail.com

María Elena Infante-Malachias
Profª Doutora da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo.
Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia Cultural – EACH/USP
marilen2810@gmail.com

Resumo: O presente trabalho foi resultado da investigação de uma dissertação. Concentra-se na organização do ser vivo na perspectiva da Teoria Autopoiética, que foi uma teoria criada pelos biólogos Humberto Maturana e Francisco Varela. A autopoiesis, distingue-se em uma rede de componentes estruturais, fechados em si,

que produzem processos internos que podem resultar, nos próprios componentes da rede estrutural, isso acontece através de um *feedback*. A autopoiesis é a realização do ser vivo, sob uma organização estrutural que permite uma identificação dele como unidade, e ao mesmo tempo, sua organização possui em sua estrutura a capacidade de modificações em relação ao meio. Envolve as condições de manutenção da vida do organismo e do fim de sua existência pela desestruturação de sua organização. O questionamento que originou a reflexão a respeito da organização da vida, ocorreu em meados de 1960. O termo tem origem em 1965, quando Maturana, diante da necessidade de uma palavra mais reveladora do que o sentido de "organização circular" ocorreu-lhe uma reflexão a respeito do termo que necessitava, era a nomeação da autopoiesis. A Teoria Autopoiética já possui mais de 40 anos e traz uma perspectiva sobre o conceito de vida que é pouco conhecida pelos biólogos brasileiros.

O presente trabalho é resultado de uma pesquisa de dissertação (Silva, 2012) na linha de pesquisa da história, filosofia e cultura no ensino de Biologia. A fundamentação teórica tem base na pesquisa sobre a organização do ser vivo na perspectiva da Biologia do Conhecer, teoria criada pelos biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela. Tem como objetivo descrever aspectos históricos e filosóficos a respeito do conceito da organização do vivo de acordo com a teoria proposta pelos autores já citados, e suas implicações para o conceito da Vida.

Humberto Maturana e Francisco Varela (1998, p. 15) definem o conceito de autopoiesis no nível celular como a realização de uma rede de produção de componentes, que resulta fechada sobre si mesma. Porque, desse modo, os componentes produzem, constituem e geram as mesmas dinâmicas para sua produção. Isso implica, por exemplo, no conceito da extensão da célula como um ente circunscrito (identificado por um observador externo como unidade). Pois é através da autopoiesis que há um fluxo contínuo de elementos nessa rede, os quais são componentes dela quando fazem parte; e não são mais componentes ao deixar de participar dessa mesma rede.

Sendo assim, a autopoiesis, distingue-se em uma rede de componentes estruturais fechados em si que produzem processos internos, que podem ter como resultado os próprios componentes da rede estrutural, e isso acontece através de um *ciclo auto-produtivo*. A autopoiesis é uma condição do ser vivo, sob uma organização estrutural que permite a identificação dele como uma unidade, e ao mesmo tempo, a sua organização possui na sua estrutura uma capacidade de modificações em relação ao meio. Quando um ser vivo e o meio interagem, resultando na perda da organização por uma desestruturação nesse processo, este se destrói e sua vida chega ao fim.

Desse modo, a Teoria da Autopoiesis, envolve uma reflexão sobre a vida e a morte do organismo vivo pela desestruturação de sua organização.

Humberto Maturana e Francisco Varela ao tratar sobre a perda de organização, afirmam que os seres vivos, como unidades autopoiéticas, possuem um domínio de trocas e mudanças que os permitem manter sua organização, e ao mesmo tempo, identifica o ser vivo como uma unidade. Maturana (2002, p. 134) a esse respeito afirma: "*Na medida em que um sistema autopoiético é definido como uma unidade por sua autopoiese, a única restrição constitutiva que ele deve satisfazer é que todas as trajetórias de estado levem à autopoiese, caso contrário, ele se desintegra*". A história de mudanças de estado buscando manter a organização autopoiética constitui a ontogenia dessa unidade.

A definição de ontogenia, sob essa perspectiva, corresponde a sucessivas transformações estruturais na história de uma unidade autopoiética sem, no entanto, perder a sua identidade enquanto unidade (Maturana e Varela, 1984, p. 49; 2001, p. 86). E, ao mesmo tempo, ela pode transformar-se estruturalmente no decorrer da sua história, mantendo a organização que constituiu sua identidade, ou seja, o ser vivo conserva sua autopoiesis. Isto é afirmado por Maturana e Varela (1998, p. 90) quando dizem: "*la ontogenia de un sistema vivo es la historia de la conservación de su identidad a través de su autopoiesis continuada en el espacio físico*".

O questionamento que originou a reflexão a respeito da organização da vida, ocorreu em meados de 1960; Humberto Maturana, ao lecionar em uma disciplina de Biologia, foi indagado por um estudante do curso de medicina da Universidad do Chile a respeito da diferenciação de características dos seres vivos. Segundo o próprio Maturana, a pergunta consistia em: "*Señor, usted dice que la vida se originó en la tierra hace más o menos tres mil quinientos millones de años atrás. ¿Qué sucedió cuando se originó la vida? ¿Qué comenzó con ese momento?*"(Maturana e Varela, 1998, p.10; Maturana, 2002, p.6) Ele, Maturana, relata a sua perplexidade ao não ter resposta a esta pergunta e que, após refletir sobre o questionamento, resolveu reformular, e a pôs nos seguintes termos "*¿Qué se origina, y se concerva hasta ahora, cuando se originan los seres vivos en la tierra?*" (Maturana e Varela, 1998, p.10). Este foi o ponto de partida para a reflexão sobre a teoria da autopoiesis.

O termo tem origem em 1965, quando Maturana, diante da necessidade de uma palavra mais reveladora do que o sentido de "organização circular" e ao ouvir de um amigo filósofo, José Maria Bulnes, o dilema de Dom Quixote entre o caminho da prática (*práxis*) e o caminho das letras (*poeisis*), ocorreu-lhe uma reflexão a respeito do termo que necessitava, era a nomeação da autopoiesis.

Maturana e Varela enumeram quatro características na organização dos seres vivos como seres autopoiéticos. Elas são: *os seres autopoiéticos são autônomos*, possuem *individualidade* e *são definidos como unidades* e por

último, mas não menos importante, que estes *não possuem nem entrada e nem saída*, a troca entre o meio externo e interno são manutenções que permitam que sua organização permaneça em casos de perturbações, e esta troca é distinguida pelo observador e não pela unidade autopoiética.

A organização de um dado ser vivo é uma característica importante para sua identificação, e para a compreensão do conceito da vida. Os seres vivos em sua organização autopoiéticas são autônomos e são capazes de manter sua organização mesmo que sua estrutura mude. Outro aspecto é que quando tratamos de seres vivos como máquinas autopoiéticas, estamos tratando de uma organização que, no conjunto geral de seus processos e de sua formação estrutural resulta em sua própria organização.

A Teoria Autopoiética já possui mais de 40 anos e traz uma perspectiva sobre o conceito da vida, e essa é pouco conhecida pelos biólogos brasileiros, geralmente afastados por informações superficiais, conceitos equivocados, poucas publicações no Brasil ou desconhecimento das teorias propostas pelos Professores Humberto Maturana e Francisco Varela.

Referências Bibliográficas:

MATURANA R, Humberto. *A ontologia da realidade*. 3ª edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

———. *Cognição, ciências e vida cotidiana*. 2ª reimpressão. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006.

MATURANA, H. R. Autopoiesis, structural coupling and cognition: a history of these and other notions in the biology of cognition. *Cybernetics & human knowing*, 9 (3-4): 5-34, 2002.

MATURANA R., Humberto & VARELA J., Francisco. *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*. Santiago: Editora Universitária, 1984.

———. *De máquinas y seres vivos – autopoiesis, la organización de lo vivo*. Ed. Universitaria: Santiago de Chile, 1998.

———. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas do conhecimento humano*. Trad. Humberto Mariotti e Lia Diskin. 8ª edição. São Paulo: Palas Athenas, 2001.

SILVA, Herbert G. O explicar: a explicação humana na perspectiva do observador como ser biológico e cultural. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Ensino de Biologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

Uma teoria da referência para os nomes próprios dos táxons biológicos

Jerzy Brzozowski
Doutor em Filosofia, Professor Adjunto
Colegiado de Filosofia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, RS
jerzyab@yahoo.com

Resumo: O objetivo deste trabalho é propor uma teoria a respeito de como a referência dos nomes próprios dos táxons biológicos é determinada. De acordo com nossa teoria, cada nome de táxon tem um *sentido* fregeano composto por dois componentes: um *critério de aplicação* para o nome e um *critério de identidade* para a entidade nomeada. A partir dessa teoria, explicamos as diferenças entre os chamados *sistemas lineanos* de nomenclatura (ICZN, ICBN, ICNB) e o PhyloCode, que é uma proposta de código de nomenclatura baseado na sistemática filogenética. No sistema nomenclatural lineano, atualmente aceito, os critérios de aplicação são associados aos nomes por efeito dos códigos de nomenclatura. Os critérios de identidade, por outro lado, são contribuídos pelo contexto teórico circundante. Comparamos esse sistema com o PhyloCode, uma proposta recente de sistema nomenclatural na qual os nomes dos táxons seriam *definidos* filogeneticamente, isto é, em função de sua posição relativa na árvore da vida. Argumentaremos que a rejeição do PhyloCode por parte da comunidade de biólogos se deve ao fato de que esse código transforma critérios de identidade em critérios de aplicação, o que é heuristicamente indesejável para a sistemática filogenética.

Este trabalho pretende responder à pergunta: como é possível que os nomes dos táxons biológicos sejam usados para se referir às entidades a que se referem? Para tanto, partimos da ideia de que os táxons são concebidos como linhagens e que, portanto, seu estatuto ontológico não é o de classes naturais, mas sim o de entidades históricas individuais. Essa tese foi famosamente defendida por Michael Ghiselin (1974) e David Hull (1976), mas o mais importante para os propósitos deste trabalho é o lugar central que ela ocupa na teoria da sistemática filogenética proposta por Willi Hennig (1966).

Uma das consequências da tese da individualidade é a a ideia de que os nomes dos táxons são próprios. Assim, analisamos as teorias filosóficas sobre a determinação da referência dos nomes próprios de modo a extrair elementos que nos permitam resolver o problema sobre o qual nos debruçamos. Há, grosso modo, duas grandes famílias de teorias da referência – a descritivista e a causal-histórica. De acordo com a visão descritivista, a relação entre um nome próprio e seu portador é mediada por um componente epistemológico, em geral entendido como um conjunto de representações (de natureza linguística ou não) do portador. Para a teoria causal-histórica, por outro lado, um nome próprio se refere a seu portador em todos mundos

possíveis, ou seja, independentemente do conhecimento que tenhamos das propriedades ou feitos do portador (cf. Kripke, 1980).

Embora Ghiselin e Hull tenham associado a tese da individualidade a uma visão causal-histórica da referência, defenderemos aqui que não é possível prescindir de um componente epistemológico no caso dos nomes próprios dos táxons. Utilizando um termo proposto pelo filósofo Gottlob Frege (2009[1892]), comumente associado ao descritivismo, chamaremos esse componente de *sentido*. Também faz-se necessário analisar o sentido de um termo em pelo menos dois outros elementos, identificados pelo filósofo Michael Dummett (1973, p. 75) como *critério de aplicação* e *critério de identidade*.

Um critério de aplicação é uma regra que nos informa quando um termo pode ser corretamente aplicado. Uma pessoa sabe usar o termo "livro" se aprende o critério de aplicação desse termo, por exemplo, se sabe identificar se está ou não diante de um livro. Por sua vez, um critério de identidade é uma regra que nos informa sob que condições um objeto *x* é ou não o mesmo que um objeto *y*. Há dois sentidos para a palavra "livro", que correspondem, aproximadamente, aos termos "exemplar" e "obra"; a diferença entre esses dois sentidos é uma diferença de critério de identidade, não de aplicação (podemos estar diante da mesma obra sem estar diante do mesmo exemplar).

Na visão de Dummett, diferentes classes de termos expressam combinações desses critérios. Os termos *sortais* (que correspondem, grosso modo, a substantivos comuns) expressam critérios de aplicação e, ocasionalmente, critérios de identidade. Adjetivos (como "vermelho") expressam apenas critérios de aplicação. Por fim, nomes próprios expressam critérios de identidade associados aos sortais que os nomeiam (Geach, 1957).

Devido a certa ambiguidade no modo como usamos os nomes próprios das espécies, eles às vezes se comportam como sortais. Isso se dá devido ao fato de que, por mais que Ghiselin impugne afirmações do tipo "Bucéfalo é um *Equus caballus*", é possível dizer que os organismos são *exemplares* das linhagens a que pertencem (Caponi, 2011). Por isso, julgamos lícito supor que os nomes próprios dos táxons têm seus sentidos compostos tanto por critérios de identidade quanto por cirtérios de aplicação.

Vejamos agora como esses dois tipos de critérios se articulam na determinação da referência dos nomes próprios dos táxons. Para tanto, contrastaremos o sistema chamado "lineano", que embasa os principais códigos de nomenclatura vigentes (ICBN, ICNB, ICZN), com o PhyloCode, uma proposta de embasar a nomenclatura biológica na sistemática filogenética.

No sistema nomenclatural lineano, atualmente aceito, os critérios de aplicação são associados aos nomes por efeito dos códigos de nomenclatura. Os critérios de identidade, por outro lado, são contribuídos pelo contexto teórico circundante. Comparamos esse sistema com o PhyloCode, uma proposta recente de sistema nomenclatural na qual os nomes dos táxons seriam *definidos* filogeneticamente, isto é, em função de sua posição relativa na árvore da vida. Argumentaremos que a rejeição do PhyloCode por parte da comunidade de biólogos se deve ao fato de que esse código transforma critérios de identidade em critérios de aplicação, o que é heuristicamente indesejável para a sistemática filogenética.

Entretanto, nada disso implica que a ideia de que é possível estabelecer critérios de identidade deva ser rejeitada. Pensamos que a visão mínima de que é possível fornecer critérios de identidade para táxons pode ser apropriadamente chamada de *essencialismo sobre táxons biológicos*. O ponto é que se costuma entender a tese da individualidade das espécies como tendo refutado definitivamente o essencialismo. Entretanto, pensamos que essencialismo e antiessencialismo são posições sobre critérios de identidade, e não sobre o estatuto ontológico, das entidades. A tese da individualidade, portanto, é insuficiente para a refutação do essencialismo. Para tanto, seria necessário defender que é impossível estabelecer critérios de identidade para os táxons.

Referências Bibliográficas:

CAPONI, G. Os táxons como indivíduos. Pp. 71–112, in: STEFANO, W.; PECHLIYE, M. M. (ed.). *Filosofia e História da Biologia*. São Paulo: Mack Pesquisa, 2011 .

DUMMETT, M. Frege: Philosophy of Language. New York: Harper & Row, 1973.

FREGE, G. Sobre o sentido e a referência [1892]. Pp. 129–158, in: ALCOFORADO, P. (ed.). *Lógica e Filosofia da Linguagem*. São Paulo: Edusp, 2009.

GEACH, P. T. *Mental Acts*. London: Routledge & Kegan Paul, 1957.

GHISELIN, M. A radical solution to the species problem. *Systematic Zoology*, 23: 536–544, 1974.

HENNIG, W. *Phylogenetic Systematics*. Chicago, IL: University of Illinois Press, 1966.

HULL, D. Are species really individuals? *Systematic Zoology*, 25(2): 174–191, 1976.

KRIPKE, S. A. *Naming and Necessity*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1980.

Explorando Características da Ciência na História da Genética: a construção do conceito do *crossing-over*

João Paulo Di Monaco Durbano
Doutorando em Biologia Comparada
Programa de Pós Graduação em Biologia Comparada,
Universidade de São Paulo, campus Ribeirão Preto
joaodurbano@usp.br

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Doutora em Ciências Biológicas,
Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras,
Universidade de São Paulo, campus Ribeirão Preto
lacpm@ffclrp.usp.br

Resumo: Este trabalho tem como objetivo, explorar Características da Ciência, que possam ser utilizadas no ensino de ciências, em um episódio da história da genética clássica, a construção da teoria do *crossing-over*. Apresentamos a contribuição que diversos pesquisadores tiveram para a construção do conceito do *crossing-over*. A partir das pesquisas apresentadas, exploramos algumas Características da Ciência (do inglês *Features of Science – FOS*), tais como: a utilização de modelos pelos cientistas, o conhecimento científico estar em constante desenvolvimento, a ciência ser movida também por controvérsias científicas, a importância do trabalho coletivo na construção do conhecimento, a utilização da matemática e de experimentos e a participação das mulheres na ciência. Assim utilizamos a História da Ciência como uma ferramenta para discussão *sobre* a ciência, de forma a contribuir para um ensino da ciência mais interessante e facilitar sua aprendizagem.

Este trabalho tem como objetivo, explorar Características da Ciência, que possam ser utilizadas no ensino de ciências, em um episódio da história da genética clássica, a construção da teoria do crossing-over.

William Bateson (1861-1926) e Reginald Crundall Punnett (1875-1967) estudando ervilhas de cheiro (Latyrus odoratus) constataram que algumas características hereditárias eram herdadas juntas, o que eles chamaram de coupling (associação). Para explicar a recombinação das características nos descendentes Bateson e Punnett propuseram a hipótese da reduplicação. Essa não envolvia os cromossomos, e considerava que haveria um maior número de divisões celulares para os gametas onde apareciam as combinações maternas e paternas separadas e um menor número de divisões para os gametas recombinantes. Dessa forma buscaram explicavam o aparecimento de maior número de descendentes semelhantes aos progenitores (Martins, 1997, p. 2.22-2.23).

De um modo geral, no início do século XX, aqueles que aceitavam que os cromossomos eram os portadores das características hereditárias admitiam-se a ideia dos caracteres unitários (unit-characters). Nesse sentido, pensava-se que se os organismos possuíam mais características que o número de cromossomos, então cada cromossomo deveria ser o portador de vários fatores. Esta era a visão adotada, por exemplo, por Carl Eric Correns (1864-1933) em 1902. Assim, ele supôs que os genes são estavam nos cromossomos, e ele apresentou um diagrama que se parece muito com o colar de contas que mais tarde se tornou familiar (Stutervant, 1965, p. 36).

Mais tarde Thomas Hunt Morgan (1866-1945) e seus colaboradores observaram na espécie Drosophila melanogaster, conhecida como mosca da fruta, o mesmo fenômeno. Entretanto, explicaram-no de um modo diferente, no qual haveria uma troca de caracteres entre os cromossomos, mecanismo que foi chamado de crossing-over.

A pesquisa desenvolvida por Hugo de Vries (1848-1933), em 1903, o levou a pensar que poderia haver um intercâmbio das unidades dos cromossomos parentais durante a prófase I da meiose (Mayr, 1982, p. 764). A análise genética confirmou que os genes de um mesmo cromossomo poderiam se separar durante a meiose, isto é, a ligação dos genes no mesmo cromossomo não era completa (Bateson & Punnett, 1905).

Em 1909 Franz Alphons Janssens (1865-1924), desenvolveu um estudo citológico da espermatogênese em salamandra da espécie Batracoseps attenuatus. Janssens chamou de “quiasma” (o ponto de encontro em que dois cromossomos de um par permanecem em contato, durante os últimos estágios da prófase I da meiose) (Janssens, 1909).

Em 1911 Morgan aventou a hipótese de que a proporção de ocorrências de crossing-over poderia servir de referência para a localização dos fatores nos cromossomos (Morgan, 1911). Posteriormente, Alfred Sturtevant (1891-1970) propôs que a porcentagem de crossing-over poderia servir de base para calcular a distância entre quaisquer dois fatores e baseado nisso construiu os primeiros mapas cromossômicos (Sturtevant, 1913, p. 57).

Hermann Joseph Muller (1890-1967) procurou resolver alguns dos problemas encontrados, propondo um novo método para calcular a porcentagem de crossing-over (Muller, 1916). Segundo Martins (1997, p. 6-8), Muller “apresentou a melhor discussão que o grupo de Morgan publicou, na época, sobre o assunto”. Muller apresentou os experimentos de crossing-over, envolvendo um grande número de fatores ao mesmo tempo, a fim de poder estudar tanto o duplo crossing-over quanto os múltiplos crossing-over, e analisar fenômenos de interferência. Para realizar tais experimentos, ele uniu, em um mesmo individuo um número grande de alelos mutantes. A partir dos seus dados, analisou se o duplo crossing-over ocorriam em distâncias ao acaso, ou se ocorriam mais frequentemente a certas distâncias. A

análise não era muito direta, pois alguns dos fatores estavam bastante próximos, e outros estavam muito afastados, por isso era geralmente difícil estimar a distância em que haviam ocorrido os duplos crossing-over. Mesmo assim Muller chegou a conclusão de que a ocorrência de um crossing-over interfereria na ocorrência de outro crossing-over num mesmo par de cromossomos, e denominou este fenômeno como "interferência" (Martins, 1997, p. 6-23).

Na resenha crítica do Mechanism of mendelian heredity, William Bateson fez várias críticas a hipótese do crossing-over, incluindo a falta de evidências citológicas. Ele argumentou que ocorria ausência de qualquer crossing-over no sexo masculino de Drosophila, ao contrário do que acontecia em Batracoseps. Tal fenômeno deveria ser esclarecido e enfraquecia a teoria cromossômica. Bateson considerava a ausência de crossing-over na Drosophila macho como muito difícil de conciliar com a teoria (Bateson, 1916, p. 539; Martins, 2010).

As pesquisas envolvendo o mecanismo de crossing-over continuaram. Anos mais tarde, Edmund Beecher Wilson (1856-1939), um expert em citologia, em 1925 apresentou mais informações para complementar a teoria. Segundo ele o mecanismo de crossing-over ocorria no estágio de paquíteno e ainda que, para o crossing-over ocorrer há um processo de torção e subsequente separação. Porém admitiu que ainda não havia uma evidência citológica (Sturtevant, 1965, p. 77).

Em 1931, Harriet Creighton (1909-2004) e Barbara McClintock (1902-1992), publicaram um trabalho onde apresentaram as evidências citológicas do crossing-over (Creighton & McClintock, 1931).

Esta breve apresentação histórica oferece uma ideia das contribuições de diversos autores e as dificuldades encontradas na construção da teoria do crossing-over. A partir das pesquisas apresentadas, diversas Características da Ciência (Features of Science – FOS) podem ser discutidas. Matthews (2012) propõe como Características da Ciência dezoito aspectos da ciência. Além de buscar mudar a terminologia de “Natureza da Ciência” para “Características da Ciência”, a fim de evitar “armadilhas filosóficas e educacionais” (Matthews, 2012, p. 4).

Vale a pena lembrar que as características selecionadas fazem parte de uma simplificação das complexas características que envolveram as pesquisas em torno da elucidação do conceito do crossing-over. Essa simplificação tem o objetivo de chamar a atenção de professores e pesquisador es para utilizarem a História e Filosofia da Ciência como ferramenta para discutir sobre as características da ciência. Destacamos algumas características da ciência com o episódio histórico.

Por ser provisório, o conhecimento científico está em constante desenvolvimento, sempre buscando por respostas, que por sua vez, geram novas

questões. A partir dos estudos apresentados, é possível observar o desenvolvimento de pesquisas que permitiram trazer mais dados e fazer com que avançasse a teoria cromossômica da hereditariedade. Apresentar o conhecimento científico como provisório, mas baseado em evidências disponíveis na época, é importante para evitar uma visão na qual os conhecimentos são transmitidos de forma já elaborados, sem questionamentos, não possibilitando a compreensão de que, tanto o conhecimento científico anterior quanto o atual, possuem limitações que foram ou podem ser superadas.

Outra característica da ciência que pode ser observada é a utilização de modelos. Carl Eric Correns, em 1902, apresentou um diagrama dos genes sendo levados pelos cromossomos, o que se parece muito com o "colar de contas". Como destaca Matthews (2012) "a onipresença de modelos tanto na história da ciência quanto na ciência atual é amplamente reconhecida, de fato, é difícil pensar em ciência sem modelos".

Muller criou uma nova forma para calcular a porcentagem de crossing-over. Essa mudança possibilitou a resolução de alguns dos problemas que outros pesquisadores não conseguiram solucionar. Muller utilizou as regras da matemática, a matematização, para tentar compreender os resultados observados nos experimentos.

Outra característica da ciência, a de que a construção do conhecimento científico é determinada por teorias escolhidas pelos cientistas, pode ser observada no episódio já que Bateson e Punnett propuseram a hipótese da reduplicação para justificar o aparecimento de maior número de descendentes semelhantes aos progenitores. O grupo do Morgan não se baseou nessa teoria para seguir com as suas pesquisas.

No episódio também observamos a participação das mulheres Harriet Creighton e Barbara McClintock na ciência. Muitas vezes a ciência é relacionada apenas aos homens e se faz importante apresentarmos a ciência sendo desenvolvida tanto por homens quanto por mulheres.

Outras duas Características da Ciência não ressaltadas por Lederman e nem pelo Matthews, mas que acreditamos serem importantes são: o trabalho coletivo e as controvérsias científicas. No episódio observamos que o conhecimento científico é o resultado de um trabalho coletivo. Diversos pesquisadores estiveram envolvidos nas pesquisas que auxiliaram na elucidação da teoria. Trabalhar essa característica no ensino é importante para evitar que os conhecimentos científicos sejam relacionados a gênios isolados.

A ciência também é movida por controvérsias científicas. As discordâncias entre cientistas são possíveis. Na resenha crítica do Mechanism of Mendelian heredity, William Bateson (1916) fez várias críticas a hipótese do crossing-over, incluindo a falta de evidências citológicas. Ele argumentou que ocorria ausência de qualquer crossing-over no sexo masculino de

Drosophila e que tal fenômeno enfraquecia a teoria cromossômica. A descrição de controvérsias científicas possibilita ao estudante associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção. Revela-se também extremamente útil na aprendizagem dos conteúdos, dos processos e das características da ciência.

Como observado a HFC possibilita uma discussão acerca das características da ciência, e pode ser utilizada como um recurso didático útil, contribuindo para tornar o ensino da ciência mais interessante e facilitar sua aprendizagem.

Referências Bibliográficas:

BATESON, William. Review of Morgan et al., The mechanism of Mendelian heredity, 1915. *Science*, 44: 536-543, 1916.

BATESON, W.; PUNNETT, Reginald C. Experimental studies in the physiology of heredity. Reports to the Evolution Committee of the Royal Society. Reports 2, 3 and 4, 1905-08. Pp. 42-60, in: PETERS, J. A. *Classic papers in genetics*, 1959.

CREIGHTON, Harriet B.; McCLINTOCK, Barbara. A correlation of cytological and genetical crossing-over in Zea Mays. *Proceedings of the Natural Academy of Science*, 17: 485–497, 1931.

JANSSENS, F. A. La théorie de la chiasmatypie. *La Cellule*, 25: 389–411, 1909.

MARTINS, Lilian A-C. P. A *Teoria Cromossômica da herança: Proposta, Fundamentação, Crítica e Aceitação.* Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração de genética e evolução - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. 1997.

MATTHEWS, Michael R. *Science teaching: the role of history and philosophy of science.* New York: Routledge, 1994.

———. Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). Pp. 3-26 , in: KHINE, Myint S (ed.). *Advances in nature of science research: concepts and methodologies*. Netherlands: Springer, 2012.

MAYR, Ernst. *The Growth of Biological Thought: diversity, evolution and inheritance.* Cambridge: Harvard University Press, 1982.

MORGAN, T. H. The application of the conception of pure lines to sex limited inheritance and to sexual dimorphism. *American Naturalist*, 45: 65, 1911.

MULLER, Hermann J. The mechanism of crossing-over. *The American Naturalist*, v. 50: 193-221, 284-305, 350-366, 421-434, 1916.

STURTEVANT, A. H. The linear arrangement of six sex-linked factors in drosophila, as shown by their mode of association reprinted by author's

and publisher's permission from Journal of Experimental Zoology. *Journal of Experimental Zoology*, 14: 43-59, 1913.
STURTEVANT, Alfred H. *A history of genetics*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1965.

Progresso Biológico nos Livros Didáticos de Biologia aprovados pelo PNLEM 2012

João Vicente Alfaya dos Santos
jaocolorado@gmail.com
Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC

Resumo: As pesquisas já produzidas sobre o ensino de Evolução Biológica apontam que tanto professores como alunos compartilham pontos em comum, como o de que a Evolução Biológica é linear, visa ao melhoramento dos organismos e possui um propósito último. Esta variedade de interpretações aponta para uma questão central para o entendimento da Evolução Biológica: a existência (ou não) de progresso. Sobre este tema debruçaram-se autores como Francisco Ayala e Stephen Jay Gould, cujos argumentos são debatidos no presente trabalho, constituindo o pano de fundo para uma investigação que visa identificar e caracterizar os entendimentos associados ao progresso biológico/evolutivo presentes em livros didáticos. Com base nas resenhas do Guia do Livro Didático de 2012, foram selecionados e analisados dez livros. O percurso metodológico qualitativo da pesquisa baseou-se na Análise de Conteúdo, elegendo como categorias de análise *a priori* as definições de progresso propostas em investigações anteriores. A análise dos textos dos dez livros da amostra evidenciou a frequente presença de concepções de progresso que puderam ser relacionadas, a todas as categorias apontadas, com destaque para as encontradas com maior frequência, que foram as de linearidade e de melhoria/aperfeiçoamento. Entendendo que a presença de progresso na Evolução Biológica persiste como um tema controverso, são discutidos os impactos que a presença desses elementos pode trazer ao seu ensino. Reitera-se, também, a necessidade de que a formação dos professores de Ciências e de Biologia contemple aspectos relacionados à História e à Filosofia da ciência, questões fundamentais para o entendimento da Evolução Biológica.

O presente trabalho é parte do resultado de uma dissertação de mestrado cujo objetivo é a análise e discussão das concepções de progresso biológico veiculadas nos livros didáticos (LDs) de Biologia do Ensino Médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). As pesquisas já feitas sobre o ensino de Evolução Biológica (EB) mostram algumas complicações. Há fortes evidências de dificuldades no entendimento de alunos (Santos, 2002; Bizzo; Almeida; Falcão, 2007),

de professores em exercício (Goedert, 2004; Tidon; Lewontin, 2004; Coimbra; Silva, 2007; Oleques; Bartholomei-Santos; Boer, 2011; Meglhioratti; Caldeira; Bortolozzi, 2006) como de professores em formação (Carneiro, 2004). Nesses trabalhos, a associação de EB com progresso está sempre presente. Chama atenção a pertinência do tópico progresso, não apenas por ter aparecido em todos os níveis de ensino em que foram realizadas as pesquisas, mas, principalmente, pela pluralidade de significados que a expressão abarca, a saber: como sendo sinônimo de modificações que conduzam a um aumento de organismos superiores ou de complexidade; como processo linear; como força diretiva inerente aos organismos; e como meta final (teleologia) (Rosslenbroich, 2006; Meglhioratti; Caldeira; Bortolozzi, 2006).

Se as concepções de alunos e professores se assemelham, isso é um possível indicativo para se investigar os elementos dos processos de ensino e de aprendizagem que sejam comuns a estes atores. Entendendo que esta é uma das vias possíveis para se pesquisar questões como essas, no presente trabalho, considero que os LDs utilizados no ensino de EB, podem fornecer indicativos para responder a essas concepções. O uso do LD continua sendo consensual, constituindo um dos principais instrumentos em sala de aula (Frison; *et al.* 2009; Garcia; Bizzo, 2010; Delizoicov, Angotti; Pernambuco, 2011).

Para subsidiar a discussão teórica sobre a presença de progresso ou não na EB, são abordados os entendimentos de filósofos e biólogos como Herbert Spencer (1939), Pierre Teilhard Chardin (1966), Julian Huxley (1946), Francisco José Ayala (1988) e Stephen Jay Gould (2001).

A seleção dos LDs analisados foi feita com base nas resenhas do Guia do Livro Didático de 2012, totalizando dez obras. O percurso metodológico da pesquisa baseou-se na Análise de Conteúdo (Bardin, 2011), elegendo como categorias de análise *a priori* as definições de progresso propostas em investigações anteriores, a saber: finalidade, valoração entre seres vivos, mecanismos diretivos, linearidade e aumento de complexidade, e também incluindo uma nova categoria, denominada de melhoria/aperfeiçoamento.

A análise dos textos dos dez livros da amostra evidenciou a frequente presença de concepções de progresso que puderam ser relacionadas, individual ou coletivamente, a todas as categorias apontadas, com destaque para as encontradas com maior frequência, que foram as de linearidade e de melhoria/aperfeiçoamento. Em muitos casos, as imagens e exemplos incluídos ao longo dos textos contribuíram adicionalmente para o reforço dessas concepções. Estes resultados trazem algumas implicações para o ensino de EB. Por exemplo, um dos maiores reveses do pensamento evolutivo na história da ciência foi, justamente, por acreditar que a EB se pautaria em uma espécie de progresso, valer-se dessa assunção para legitimar a domina-

ção de certos grupos sociais sobre outros, de um gênero sobre o outro e de uma etnia sobre a outra. É o que resultou do uso da proposição de Darwin para explicar o mundo natural, quando estendido às relações sociais, chamado também de darwinismo social (Gould, 1991), e para tornar científica a ideologia do racismo (Magnoli, 2009). Os LDs, ao reforçarem esse entendimento sobre os processos evolutivos, corroboram essa visão. De posse desses resultados, é possível pensar em três possíveis encaminhamentos: para os autores dos LDs, para os professores que atuam na Educação Básica e para os formadores desses professores.

Primeiro, para os autores dos livros. Para isso, um referencial da Didática das Ciências francesa proporcionará esclarecimentos. Sabemos que o processo de educação não se resume a simples repetições de conteúdos consolidados historicamente. A escola é um local de criação de saberes, de produção de conhecimentos. Assim sendo, o material didático por ela utilizado deve atender a esse propósito. Por ver na escola um local de produção de conhecimento e a necessidade que os conteúdos abordados por ela sejam assimiláveis pelos alunos, Yves Chevallard (2009) propôs a teoria da Transposição Didática, que, em resumo, propõe a transformação dos objetos de saberes (conhecimento científico, acadêmico ou saber sábio) em objetos de ensino (ou saber ensinado). Para essa transformação alguns fenômenos serão inevitáveis aos conteúdos para que se tornem "escolarizáveis" e que se adequem, minimamente, ao tempo destinado ao ensino. Um desses fenômenos é a dessincretização, a necessária delimitação dos objetos de ensino em saberes parciais (Chevallard, 2009, p. 69), a sua retirada do contexto epistemológico original e transposta para um novo contexto, neste caso, escolar. Desta forma, entendo que cabe aos autores dos LDs propor uma ressincretização, atentando ao máximo para aspectos e exemplos contidos nos livros que relacionem a Evolução com progresso.

Para o ensino de Biologia, visualizo a questão da seguinte forma: explicações que têm por base finalidade, mecanismos diretivos e linearidade deveriam ser excluídas. Essas explicações assumem, de forma implícita, a ideia da teleologia cósmica (um propósito universal e atemporal), de forças que atuam direcionando as mudanças e da organização linear dos organismos, conforme a *scala naturae*. No entanto, quanto ao aumento de complexidade e melhoria, creio que se pode ser mais flexível; primeiro porque definir complexidade é uma tarefa difícil para filósofos da Biologia e, por extensão, não deveria estar entre as maiores preocupações dos professores do EM. Segundo, porque a teoria da Seleção Natural proposta por Darwin (2009) admitia esse avanço dos seres para condições melhores. E, conforme o entendimento de autores como Mayr (2005) ela continua atuando dessa forma, embora o seu papel principal seja o de exclusão e não o de favorecimento.

Pensando na formação de professores, é necessário que eles tomem conhecimento de que, nas formulações de Darwin, a questão da existência ou não de progresso da Evolução era dúbia. Que após a publicação de *A Origem das Espécies* em 1859, essas visões continuaram em conflito e que mesmo proponentes da Síntese Moderna, como Julian Huxley (1946), continuaram a defender a Evolução como um fenômeno progressivo. Possivelmente, ao terem conhecimento dessas diferentes visões epistemológicas sobre a Evolução, os professores estariam mais aptos a exercer a sua vigilância epistemológica (Chevallard, 2009) sobre as explicações evolutivas nos materiais didáticos. A apropriação da História e da Filosofia das Ciências no ensino de Biologia (Carneiro; Gastal, 2005) e na formação destes professores constitui uma ferramenta importante para superar essas visões distorcidas sobre a EB e proporcionar maior vigilância epistemológica na prática docente.

Referências Bibliográficas:

AYALA, Francisco J. Can "progress" be defined as biological concept? Pp. 75- 96, in: NITECKI, Matthew H. (org.). *Evolutionary Progress*. Chicago: The University Chicago Press, 1988.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BIZZO, Nelio; ALMEIDA, Argus Vasconcelos; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. A compreensão de estudantes dos modelos de Evolução Biológica: duas aproximações. Pp.5-15 , in: *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6, 2007.

CARNEIRO, Ana Paula Netto. A Evolução Biológica aos olhos de professores não-licenciados. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CARNEIRO; Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, 11, (1): 33-39, 2005.

CHARDIN, Pierre Teilhard. *O Fenómeno Humano*. 2 ed. São Paulo: Editora Herder, 1966.

CHEVALLARD, Yves. *La Transposición Didáctica: del saber sábio al saber enseñado*. 3 ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2009.

COIMBRA, Roberta Lipp; SILVA, Juliana da. Ensino de Evolução Biológica e a necessidade de formação continuada. Pp. 5-15 ,in: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6, 2007.

DARWIN, Charles. *A origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação das raças favorecidas na luta pela vida*. São Paulo: Editora Escala, 2009.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. 4 ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

FRISON, Marli Dallagnol; VIANNA, Jaqueline; CHAVES, Jéssica Mello; BERNARDI, Fernanda Naimann. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de Ciências Naturais. Pp. 5-15, in: *Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 7, 2009.

GARCIA, Paulo Sérgio; BIZZO, Nelio. A pesquisa em livros didáticos de ciências e as inovações no ensino. *Educação em Foco*, 13, (15): 13-35, 2010.

GOEDERT, Lidiane. *A formação do professor de Biologia na UFSC e o ensino da Evolução Biológica*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

GOULD, Stephen Jay. *Lance de Dados: a idéia de evolução de Platão a Darwin*. Rio de Janeiro: Record, 2001.

GOULD, Stephen Jay. *A falsa medida do homem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

HUXLEY, Julian. *La Evolución: Síntesis Moderna*. Buenos Aires: Editorial Losada, 1946.

MAGNOLI, Demétrio. *Uma gota de sangue: história do pensamento racial*. São Paulo: Contexto, 2009.

MAYR, Ernst. *Biologia, Ciência Única: Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005

MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; BORTOLOZZI, Jehud. 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. *Filosofia e História da Biologia*, 1: 107-123, 2006.

OLEQUES, Luciana Carvalho; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvocat; BOER, Noemi. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(2): 243-263, 2011.

ROSSLEMBROICH, Bernd. The notion of progress in evolutionary biology – the unresolved problem and an empirical suggestion. *Biology and Philosophy*, 21, (1): 41–70, 2006.

SANTOS, Silvana. *Evolução Biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula*. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2002.

SPENCER, Herbert. *Do progresso sua lei e sua causa*. Lisboa: Inquérito, 1939. Versão digitalizada. Disponível em:

<http://www.ebooksbrasil.org/adobeebook/progresso.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2012.
TIDON, Rosane; LEWONTIN, Richard. Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, 27 (1): 124-131, 2004.

A herborização de plantas medicinais na escola: interfaces entre a história da Biologia e o ensino de Botânica

Leandro Duso
Doutorando do Programa de pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC
leandroduso@yahoo.com.br

Marilisa Bialvo Hoffmann
Doutoranda do Programa de pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC
marilisaufsc@gmail.com

Resumo: Esse texto apresenta resultado de pesquisa de um projeto integrado realizado em uma turma de segundo ano do Ensino Médio, intitulado de "Ervas Medicinais: entre a razão e a superstição". A atividade teve como objetivo principal observar como se procedem, na prática, os conhecimentos originados pela ciência e pelo senso comum, através da iniciação à pesquisa sobre o uso de plantas medicinais, a partir de uma discussão sócio-histórica da construção do conhecimento. O trabalho pedagógico através da construção de herbários, articulado aos conhecimentos da história da Biologia proporciona romper a forma tecnicista e extremamente teórico do ensino focada na aprendizagem de memorização de conceitos de Botânica. Através da memória oral e seus impactos sobre a sociedade regional, os estudantes discutiram sobre o papel e importância histórica da herborização para o conhecimento biológico, em uma construção humana dotada de acertos e equívocos, característicos da atividade científica. Acreditamos que contextualizar o ensino de Biologia e inseri-lo historicamente, além de analisar as diferentes maneiras pelas quais o conhecimento vai sendo construído, constituem facetas bastante importantes que podem contribuir para que se diminua a resistência, em relação à aprendizagem de determinados conteúdos da Biologia.

Este texto apresenta resultado de pesquisa de um projeto integrado das disciplinas de Biologia, História e Filosofia em uma turma de segundo ano do Ensino Médio, intitulado de "Ervas Medicinais: entre a razão e a superstição". A atividade foi realizada com objetivo principal de observar como se procedem, na prática, os conhecimentos originados pela ciência e pelo senso comum, através da iniciação à pesquisa sobre o uso de ervas medicinais,

buscando sistematizar o conteúdo de Botânica a partir de uma discussão sócio-histórica da produção do conhecimento.

A classificação dos vegetais vem ocorrendo historicamente em culturas antigas do Oriente e do Ocidente. Segundo Santos (2006), embora a sistematização dos estudos botânicos no Ocidente tenha nascido na Grécia antiga, tratados antigos da China, da Índia e do Egito mostram que as plantas já eram classificadas segundo seu uso medicinal ou alimentício. Na China antiga, as plantas eram dispostas em gravuras, com seus nomes populares, com indicações de uso na medicina chinesa tradicional (Needham, 1978). Já a antiga botânica indiana descreve as plantas em termos taxonômicos baseados em suas propriedades terapêuticas e medicinais. Segundo Guimarães e Miguel (2013), a primeira referência bibliográfica sobre herbário é a obra de Dioscórides por volta de 65 d.C., denominado *De materia medica*, com cerca de 600 espécies de plantas medicinais com breves descrições de características botânicas da morfologia de raízes, folhas e alguns casos, de flores. Segundo Prestes et al. (2009), o principal interesse de Dioscórides era o uso medicinal das plantas. Além disso, ele inventariou ainda as que proviam óleos, resinas, especiarias e frutos. As plantas aparecem agrupadas entre as que possuem raízes medicinais, as ervas usadas como condimentos, as plantas que fornecem perfumes etc. Além da utilidade, em alguns casos, reuniu plantas que se assemelham pela aparência externa.

No século XVI, os livros botânicos principais eram denominados de herbanário, que constituem basicamente às plantas uteis para alimentação e a medicina. Luca Ghini, o professor de Botânica em Pisa (Itália), foi considerado o precursor dessas coleções sob o ponto de vista didático, com cerca de 300 exsicatas. Dessa forma, a classificação botânica inicia-se tomando como base as qualidades farmacológicas, passando pelas classificações sistemáticas e evolutiva, e recentemente com a classificação temático-ecológica (Santos, 2006), causando, assim grandes controvérsias. Assim, segundo Fagundes e Gonzalez (2009), acreditamos que a discussão sobre o processo de investigação, coleta e herborização podem constituir uma poderosa ferramenta para o conhecimento sistemático, além dos aspectos históricos e sociais de uma determinada região.

Segundo estudos de Reinhold (2006), o Ensino de Botânica apresenta-se muitas vezes de forma tecnicista e extremamente teórico, constituindo um currículo tradicional e com concepções de ensino e aprendizagem excessivamente focadas em memorização de conceitos. Complementando essa idéia, Santos (2006) enfatiza que o ensino de botânica, carecendo de considerações históricas, pode ocorrer, na prática, como memorização de nomes científicos e/ou citações de botânicos famosos, destituindo o papel histórico na construção do conhecimento biológico.

Concordamos com Carneiro e Gastal (2005) que trabalhar com esta abordagem histórica no ensino de Biologia não significa demonstrar uma filiação contínua na construção do conhecimento, pois as teorias atuais não são necessariamente decorrentes das anteriores.

O trabalho pedagógico através da construção de herbários, articulado aos conhecimentos da história da Biologia proporciona ao aluno saber que, em outras épocas, conhecer melhor a natureza implicava, desde já, em recensear seus produtos em seus ambientes naturais e dispô-los segundo uma ordem apropriada. Por meio deste sistemático trabalho, muitos dos conhecimentos que temos hoje disponíveis, se devem à prática da herborização. Além disso, a partir do conhecimento das plantas, pode-se saber mais sobre a tradição local e dos saberes populares de quem, por toda a vida, utilizou-se das ervas medicinais disponíveis em um determinado tempo histórico.

Dessa maneira, os estudantes foram instigados a, inicialmente, organizar uma entrevista, que deveria conter as iniciais do nome do entrevistado, sexo, idade, escolaridade, descendência étnica e naturalidade. Cada grupo realizou 06 entrevistas, sendo que duas entrevistas deveriam ser respondidas por pessoas de até 30 anos; a terceira e a quarta por pessoas entre 31 a 50; e as duas últimas, por pessoas com mais de 51 anos. Aos estudantes cabia incentivar o diálogo com o entrevistado em torno do conhecimento de ervas medicinais, além de buscar discutir quais ervas são utilizadas regularmente, qual a utilidade para cada erva e a origem desse aprendizado. Além disso, os estudantes deveriam questionar como os entrevistados secavam e armazenavam as ervas.

Posteriormente, os estudantes deveriam organizar uma listagem das ervas medicinais enunciadas pelos entrevistados com as devidas utilidades e compará-las com os resultados obtidos em pesquisa bibliográfica, orientado pelo professor de Biologia. Durante o período de levantamento de dados, nas disciplinas de História e Biologia, discutiu-se sobre o papel e importância histórica da herborização para o conhecimento biológico, uma construção humana dotada de acertos e equívocos, característicos da atividade científica. Os professores de Filosofia e Biologia evidenciaram as relações dos conhecimentos científicos e de senso comum. Com base na pesquisa dos estudantes, foram coletadas as plantas, que passaram pelo processo de herborização. Após a secagem, as plantas foram afixadas em cartolinas e etiquetadas, sendo anotadas as informações relativas ao local de coleta e a data, acondicionado em sacos plásticos e montado um álbum explicativo. Através da pesquisa, analisaram aspectos referentes à memória oral e seus impactos sobre a sociedade regional, bem como o as contribuições das diferentes etnias para a cultura local e sua preservação.

Dessa forma acreditamos que o professor deve ter em mente que os sistemas de classificação surgem da necessidade de organizar as informações

oriundas das observações e das pesquisas. Contextualizar o estudo e inseri-lo historicamente, além de analisar as diferentes maneiras pelas quais o conhecimento vai sendo construído, constituem facetas bastante importantes que podem contribuir para que se diminua a resistência, muitas vezes observada, em relação à aprendizagem de determinados conteúdos da Biologia.

Referências Bibliográficas:

CARNEIRO, M. H.; GASTAL, M. L. História e filosofia das ciências no ensino de biologia . Pp. 33-39, in: *Ciência & Educação*, 11(1), 2005.

FAGUNDES, Jose Anevan; GONZALEZ, Carlos Eduardo Fortes. *Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da Botânica no Ensino Médio.* 2009. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1675-8.pdf. Acesso em: 20 de março de 2013.

GUIMARÃES, Diego da Silva; MIGUEL, João Rodrigues. Criação e aplicação de um herbário didático em uma escola estadual no município de Duque de Caxias, RJ. 2013**.** Disponível em: http://www.unigranrio.br/recursos/documentos/IC/11IC.pdf. Acesso em: 19de março de 2013.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; OLIVEIRA, Patrícia; JENSEN, Gerda Maísa. As origens da classificação de plantas de Carl von Linné no ensino de biologia. *Filosofia e História da Biologia*, 4: 101-137, 2009.

REINHOLD, Aline Roberta. Cabral. *Anais da 58a Reunião Anual da SBPC. Trabalho de Iniciação científica. O ensino de botânica e suas praticas em xeque*. 2006. Disponível em:
<http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/JNIC/RESUMOS/resumo_3646.htm>. Acesso em: 13 de março de 2013.

SANTOS, Fernando Santiago dos. A Botânica no ensino médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? Pp. 223, in: SILVA, C. C. (org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino.* Volume 1, 1ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

Obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo: análise em livros didáticos de biologia do ensino médio

Leonardo Augusto Luvison Araújo
Mestrando em Genética - Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
leonardo_luvison@hotmail.com

Russel Teresinha Dutra da Rosa
Professora da Faculdade de Educação
Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
russeltdr@gmail.com

Resumo: Estudos têm evidenciado que uma grande proporção de estudantes apresentam ideias acerca da evolução biológica diferentes daquelas estabelecidas pela Ciência. Considerando que o livro didático tem sido a principal fonte de informações para alunos e professores da Educação Básica brasileira, esse trabalho tem como objetivo analisar livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio, sob a perspectiva dos obstáculos epistemológicos e ontológicos ao desenvolvimento do pensamento evolutivo. Parte-se de uma análise documental dos livros didáticos de Biologia integrantes do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio no Brasil - 2012, verificando-se a forma como os principais conceitos e processos evolutivos são abordados em textos e imagens. Apesar de as pesquisas em Ensino de Biologia sugerirem que a aprendizagem desses conceitos pode ser influenciada por concepções alternativas dos alunos, os livros didáticos parecem desconsiderar os processos de construção do conhecimento e os obstáculos enfrentados pelos estudantes. Como alternativa, considera-se a possibilidade de uma abordagem contextual, mediante a discussão de componentes históricas e filosóficas a fim de promover uma aproximação entre o ensino dos conteúdos científicos e os seus contextos de produção.

A evolução biológica, devido ao seu caráter interdisciplinar, é essencial para o distanciamento de uma abordagem fragmentada e colecionista dos conhecimentos em Biologia. Contudo, a compreensão correta dos argumentos evolutivos pelos estudantes de Biologia não é uma tarefa fácil, pois a teoria evolutiva desafia crenças de fundo religioso, ideológico, filosófico e epistemológico, o que torna sua abordagem, em contexto de sala de aula, particularmente difícil. Entender os argumentos evolutivos é importante em muitos sentidos, como por exemplo, para explicar a origem e a distribuição das espécies e muitos aspectos da existência humana, tais como a base biológica da nossa percepção, das capacidades emocionais e cognitivas. Idealmente, os alunos também devem ter acesso às limitações das explicações evolutivas, como por exemplo, aquelas que levam a acreditar que pessoas seriam geneticamente determinadas por seus genes egoístas para a ganância, a violência e a destruição.

Por isso, é necessário o desenvolvimento do pensamento evolutivo, que historicamente encontrou inúmeros obstáculos para sua aceitação. Nesse sentido, estudos têm sugerido que uma grande proporção de estudantes em diversos níveis de ensino possuem ideias acerca da evolução biológica diferentes daquelas estabelecidas pela Ciência, geralmente marcadas pela atribuição de finalidade e progresso ao processo evolutivo (Anderson, 2005; Bishop e Anderson, 1990; Gastal, Goedert e Caixeta, 2009; Ribeiro, Laren-

tis & Caldas, 2010; Sepulveda & El-Hani, 2011). Alguns desses trabalhos empregam como referencial teórico a noção de obstáculos à compreensão do pensamento evolutivo, como causa da estagnação, inércia e até de regressão na aprendizagem dos conceitos evolutivos (Brousseau, 1983).

Considerando que o livro didático tem sido a principal fonte de informações para alunos e professores da Educação Básica brasileira, esse trabalho tem como objetivo analisar livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio, sob a perspectiva dos obstáculos epistemológicos e ontológicos ao desenvolvimento do pensamento evolutivo. Parte-se de uma análise documental dos livros didáticos de Biologia integrantes do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio no Brasil, 2012 (Bizzo, 2010; Catani, Bandouk, Carvalho *et al.* 2010; Cezar, Sezar e Caldini 2010; Gewandsnajder e Linhares, 2010; Martho e Amabis, 2010; Mendonça e Laurence, 2010; Pezzi, Gowdak e Mattos 2010; Rosso e Lopes, 2010). A abordagem realizada pelos livros, presentes em textos e imagens, com relação aos seguintes conceitos e processos evolutivos é analisada: seleção natural, variação genética e fenotípica, adaptação, espécie, especiação, filogenia, migração e deriva genética. Apesar de as pesquisas em Ensino de Biologia sugerirem que a aprendizagem desses conceitos pode ser influenciada por concepções alternativas dos alunos, os livros didáticos na forma como apresentam definições e explicações para os conceitos selecionados, parecem desconsiderar os processos de construção do conhecimento e os obstáculos a serem enfrentados pelos estudantes. As principais tendências cognitivas que podem influenciar na aprendizagem de evolução, como o pensamento essencialista, a teleologia e a intencionalidade, além de não serem consideradas nos livros, por vezes são reforçadas por esses materiais didáticos. A partir de pesquisas sobre concepções alternativas, acredita-se que o ensino e aprendizagem dos principais conceitos evolutivos devem incluir esforços para identificar e enfrentar equívocos dos alunos (Santos, 1991). A maioria das dificuldades deriva de concepções alternativas profundamente arraigadas, que vêm sendo construídas desde a infância do indivíduo. Os conceitos em evolução biológica integram teorias complexas, as quais exigem a superação da experiência sensorial comum e, portanto, precisam competir - geralmente sem sucesso - com idéias intuitivas sobre herança, intencionalidade, variação e probabilidade, em um contexto em que visões histórico-sociais da Biologia Evolutiva também estão em construção. Os livros didáticos de Biologia, produzidos sem o estabelecimento de interfaces com autores e pesquisadores de outras áreas de conhecimento, e também por empregarem uma linguagem biológica frequentemente imprecisa para descrever fenômenos evolutivos, provavelmente servem para reforçar esses problemas. A exploração mínima ou pouco satisfatória da variação populacional também

representa uma grande lacuna na abordagem realizada pelos livros didáticos em evolução biológica.

Os estudos que procuraram destacar a relevância dos obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1938) no processo de construção do conhecimento revelam que as concepções alternativas dos alunos permanecem vivas mesmo depois de os estudantes receberem instrução formal, e que a simples instrução não promove bases fortes para o aprendizado do conhecimento científico (Bishop, 1990). Como alternativa considera-se a possibilidade de uma abordagem contextual do ensino de evolução, mediante a discussão de componentes históricas e filosóficas, a fim de promover uma aproximação entre o ensino dos conteúdos científicos e os seus contextos de produção.

Uma abordagem que inclua a História da Ciência apresenta elementos que são necessários para a mudança conceitual, uma vez que muitos aspectos das concepções alternativas fazem recordar controvérsias que surgiram ao longo do processo de produção científica. De fato, os alunos ostentam concepções alternativas que correspondem a modelos já aceitos pela Ciência e que foram, posteriormente, refutados ou grandemente modificados (como a teleologia, o essencialismo, etc.). É evidente que o processo de aprendizagem não pode diretamente recapitular o percurso histórico da Ciência. No entanto, uma perspectiva histórica permite ao estudante construir ativamente o conhecimento, a qual passa pela formação de novas relações entre os conceitos pré-existentes, integrando a nova representação de um modo que se possa fazer uso dela. Por isso, a História da Ciência, se presente no ensino, fortalece o pensamento científico quando possibilita o confronto e a discussão entre ideias concorrentes. A pesquisa em História da Ciência pode auxiliar a mudança conceitual, oferecendo subsídios à geração de dispositivos didáticos que incluam questões científicas e seus múltiplos problemas filosóficos, contribuindo, dessa forma, para a superação dos obstáculos na aprendizagem de evolução.

Referências Bibliográficas:

ANDERSON, M. *The school dynamics*. Washington: Random Books, 2005.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1938.

BISHOP, B. A; ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of research in science teaching*, 27 (5): 415-427, maio 1990.

BIZZO, N. *Novas bases da Biologia* v. 3. São Paulo: Atica, 2010.

BROUSSEAU, G. Les obstacles epistemologiques et les problemes en mathematiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4 (2) : 165-198, 1983.

CATANI, A; BANDOUK, A.C; CARVALHO, E.G. SANTIAGO, F; VICENTIN, J.B; ARRUDA, S.H.M. *Ser protagonista – Biologia*. Volume 3. São Paulo: SM, 2010.

CEZAR; S.J; SEZAR, S; CALDINI, N.J. *Biologia.* Volume 3. São Paulo: Saraiva, 2010.

GASTAL, M.L.A; GOEDERT, D; CAIXETA, F.V; NUNES, M; SOARES, T. Progresso, adaptação e teleologia em evolução: o que aprendemos, o que entendemos e o que ensinamos? *VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências*: 2009.

GEWANDSNAJDER, F; LINHARES, S.V. *Biologia.* Volume 3. São Paulo: Atica, 2010.

MARTHO, G.R; AMABIS, J.M. *Fundamentos da Biologia Moderna.* Volume.3. São Paulo: Moderna, 2010.

MENDONÇA, V; LAURENCE, J. *Biologia para a nova geração*. São Paulo: Nova geração, 2010.

PEZZI, A.C; GOWDAK, D; MATTOS, N.S. *Biologia*. São Paulo: FTD, 2010.

RIBEIRO, M.G.L; LARENTIS, A.L; CALDAS, L.A; KAERCHER, L.E; HERBST, M.H; ALMEIDA, R.V; CABRAL, L.M. Teoria Darwinista da Evolução: identificação de concepções teleológicas entre estudantes do primeiro período de graduação em Ciências Biológicas.Pp.5-15 , in: *Encontro Nacional De Ensino De Biologia*, Uberlândia, 2010.

ROSSO, S; LOPES, S. *Bio*. São Paulo: Saraiva, 2010.

SANTOS, M.E.V.M. *Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado*. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SEPULVEDA, C; EL-HANI, C.N. Obstáculos epistemológicos e ontológicos a compreensão do conceito darwinista de adaptação: implicações para o ensino de evolução. *Problemáticas de Investigación En La Enseñanza de Las Ciencias En América Latina*. Bogotá, 2011.

O que teria levado Darwin a aceitar a herança de caracteres adquiridos durante toda a sua vida?

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins/CNPq
Doutora em Ciências biológicas na área de Genética; Especialista em História da ciência; Professora Doutora;
Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; Pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Biologia
lacpm@ffclrp.usp.br

Resumo: Muitas vezes considerada equivocadamente uma ideia original de Lamarck (1744-1829), a herança de caracteres adquiridos ou transmissão de caracteres adquiridos não é atualmente aceita na Biologia, mas teve grande importância histórica até o final do século XIX. O objetivo desta comunicação é discutir como esta aparece na teoria evolutiva de Charles Darwin (1809-1892), principalmente a partir da análise de duas de suas obras: *Origin of species* (1859) e *The variation of animals and plants under domestication* (1868). Será investigado em que evidências ele se baseou, quais argumentos utilizou bem como qual era a posição de seus coetâneos como, por exemplo, Thomas Huxley (1825-1895) e Herbert Spencer (1820-1903) em relação ao assunto. Este estudo levou à conclusão de que Darwin, ao contrário de Lamarck, dedicou considerável espaço em suas obras para discutir e fundamentar, propondo uma hipótese para explicar este tipo de herança. Baseou-se nas evidências que tinha à sua disposição, tanto obtidas a partir de observação e experimentos feitos por ele próprio como por criadores, em tratados sobre animais domésticos etc, Embora seu posicionamento possa ser explicado durante um bom tempo levando em conta essas evidências, fica difícil entendê-lo à medida que o tempo foi passando diante das evidências contrárias trazidas pelos experimentos de Galton e, principalmente, de Romanes. É possível que tenha havido interferência de fatores não epistêmicos no processo, o que procuraremos investigar.

Muitas vezes considerada equivocadamente uma ideia original de Lamarck (1744-1829), a herança de caracteres adquiridos ou transmissão de caracteres adquiridos, não é atualmente aceita na Biologia, mas teve grande importância histórica até o final do século XIX, tendo estado presente nas concepções evolutivas de diversos autores.

Desde a Antiguidade até o final do século XIX, a maioria dos estudiosos aceitava que os filhos podiam herdar dos pais modificações que eles sofressem em seu corpo durante sua vida. Essas estavam relacionadas ao uso e desuso de seus órgãos ou partes ou, em alguns casos, até mesmo mutilações podiam ser herdadas. Na Antiguidade, em um dos tratados que compõem o *Corpus hippocraticum* é mencionado que as pessoas que constituíam a "raça" da cabeça comprida apresentavam a cabeça com deformação peculiar, o que as tornavam diferentes das outras "raças". Essa característica, considerada um sinal de nobreza, teria sido obtida, no decorrer de muito tempo através da remodelação da cabeça do recém-nascido com bandagens que proporcionavam o formato alongado. Com o tempo, essa característica passou a ser transmitida normalmente para os descendentes, sem a necessidade do procedimento anteriormente adotado (Zirkle, 1935).

De modo análogo a outros autores de diversos períodos históricos tais como Pierre Gassendi (1592-1655), George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788) e Charles Bonnet (1720-1793), Lamarck, aceitava a herança de caracteres adquiridos. Esta concepção aparece em todas as versões de sua teoria "evolutiva" e, particularmente, nas duas versões finais (Lamarck, 1815; Lamarck, 1820) sob a forma da quarta lei. Entretanto, ele esclareceu

que nem sempre as características adquiridas durante a vida do indivíduo eram herdadas pelos descendentes. Para tanto, deveriam ser comuns a ambos os progenitores e não dedicou muito espaço para discutir ou oferecer uma fundamentação empírica para esta lei. Consideramos que isso tenha possivelmente ocorrido por se tratar de uma concepção amplamente aceita na época (Martins, 2007). Algumas décadas mais tarde, Charles Darwin (1809-1892), considerou a herança de caracteres adquiridos como um dos meios de modificação das espécies.

O objetivo desta comunicação é discutir como a herança de caracteres adquiridos esteve presente na teoria evolutiva de Charles Darwin principalmente a partir da análise de duas de suas obras: o *Origin of species* (1859) e o *The variation of animals and plants under domestication* (1868). Será investigado em que evidências ele se baseou, quais argumentos utilizou bem como qual era a posição de seus coetâneos como, por exemplo, Thomas Huxley (1825-1895) e Herbert Spencer (1820-1903) em relação ao assunto.

Apesar de presente no *Origin of species*, esta concepção foi analisada de forma mais detalhada, com vários exemplos em *The variation of animals and plants under domestication.* Nessa obra, Darwin apresentou diversas observações referentes a animais domésticos que pareciam corroborar a herança de caracteres adquiridos pelo uso e desuso. As evidências foram obtidas a partir das próprias observações de Darwin, de tratados sobre animais domésticos e em relatos de criadores.

No *Origin*, por exemplo, levando em conta as dimensões e peso dos vários ossos, Darwin comparou diferentes raças de patos domésticos e selvagens. Nos patos domésticos, percebeu que os ossos das pernas eram mais pesados do que aqueles das asas, enquanto que nos patos selvagens, os ossos das asas eram proporcionalmente mais pesados que os das pernas. Explicou que essas diferenças eram devidas ao maior uso das pernas e menor uso das asas no caso dos patos domésticos, enquanto ocorria o posto nos selvagens e que essas características adquiridas quer pelo uso quer pelo desuso eram transmitidas aos descendentes (Darwin, 1859).

Ao contrário de Lamarck, no *Variation* Darwin apresentou vários exemplos de herança direta de mutilações tais como o da cadela que não tinha uma das patas e gerou vários filhotes com a mesma deficiência ou a vaca que devido a uma doença perdera parte de um de seus chifres e gerara três bezerros desprovidos de chifre no mesmo lado que a mãe (Darwin, 1868).

Outros estudiosos da época como Herbert Spencer ou mesmo August Weismann (1834-1914) este último no período anterior à morte de Darwin, aceitavam a herança de caracteres adquiridos. Spencer a considerava o principal mecanismo evolutivo, atribuindo-lhe uma importância maior do que a da própria seleção natural (Spencer, 1893; Martins, 2008)

Procurando explicar os diversos tipos de herança, mas principalmente a herança de caracteres adquiridos, Darwin propôs a hipótese da pangênese. Dedicou um capítulo em *The variation* (Darwin, 1868, volume 2, capítulo 27) para descrevê-la, apesar de desencorajado por Huxley.

Esta hipótese foi testada pelo meio-primo de Darwin, Francis Galton (1822-1911), mas apesar das evidências contrárias à hipótese (Polizello, 2008), Darwin manteve sua posição. Mais tarde, encarregou um jovem cientista, George Romanes (1848-1894) de realizar uma série de experimentos para testá-la. Mesmo diante de resultados contrários, Darwin insistiu para que Romanes prosseguisse com os experimentos (Martins, Roberto, 2006) e morreu acreditando na herança de caracteres adquiridos e em sua explicação através da pangênese.

Este estudo levou à conclusão de que Darwin de modo análogo a Lamarck atribuia bastante importância à herança de caracteres adquiridos. Entretanto, ao contrário de Lamarck, dedicou considerável espaço em suas obras para discuti-la e fundamentá-la propondo uma hipótese para explicá-la. Baseou-se nas evidências que tinha à sua disposição, tanto obtidas a partir de observação e experimentos feitos por ele próprio como por criadores, em tratados sobre animais domésticos etc, Embora seu posicionamento possa ser explicado durante um bom tempo levando em conta essas evidências, fica difícil entendê-lo à medida que o tempo foi passando, pois mesmo com as evidências contrárias como os resultados dos experimentos de Galton e, principalmente, os de Romanes, sua posição inicial foi mantida. Isso pode ser um indício de que houve interferência de fatores não epistêmicos no processo, o que procuraremos investigar.

Referências Bibliográficas:

DARWIN, Charles. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life.* London: Murray, 1859.

———. *The variation of animals and plants under domestication.* London: John Murray, 1868. 2 vols.

LAMARCK, Jean Baptiste Antoine de Monet, Chevalier de. *Philosophie zoologique.* Paris: Dentu, 1809.

———. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres.* Paris: Verdiére, 1815-1822. 7 vols.

———. *Système analytique des connaissances positives de l'homme.* Paris: Chez L' Auteur, au Jardin du Roi, 1820.

MARTINS, Lilian A.-C. P. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck.* Rio de Janeiro: BookLink/FAPESP, 2007.

———. Herbert Spencer e o Neolamarckismo: um estudo de caso. Pp. 281-289, in: MARTINS, Roberto de A.; MARTINS, Lilian A.-C. P.; SILVA,

Cibelle Celestino; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (eds.) *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul*. Campinas: AFHIC, 2008.
MARTINS, Roberto de Andrade. Georges Romanes e a teoria da seleção fisiológica. *Episteme* 11 (24): 197-208, 2006.
POLIZELLO, Andreza. Modelos microscópicos de herança no século XIX: a teoria das estirpes de Francis Galton. *Filosofia e História da Biologia* 3: 41-54, 2008.
SPENCER, Herbert. The inadequacy of natural selection. *The Contemporary Review* 43: 153-166; 439-456, 1893.
ZIRKLE, Conway. The inheritance of acquired characteristics and the provisional hypothesis of pangenesis. *The American Naturalist* 69 (724): 417-445, 1935.

La crítica a la distinción cualitativo/cuantitativo de Levins en el contexto de una historia de la filosofía de las ciencias

Luciana Pesenti*
lucianap31@hotmail.com

Diana Luz Rabinovich*
dianitaluz@hotmail.com

*Licenciadas en Filosofía, Universidad Nacional de Córdoba-Argentina, becarias doctorales en CONICET

Resumo: La historia de la filosofía de las ciencias ha atestiguado un corrimiento desde una filosofía de la ciencia centrada fundamentalmente en los problemas justificatorios del conocimiento científico hacia preocupaciones de orden más local relacionadas con la dinámica de las actividades y prácticas de la ciencia. En esta ocasión, nos centraremos en cómo ilustra este corrimiento el cuestionamiento que condensa el trabajo de Richard Levins a la distinción tradicional entre conceptos cualitativos/cuantitativos. Sostendremos que el rasgo más peculiar de este caso es que a diferencia de la mayoría de las críticas dirigidas a la concepción heredada, este cuestionamiento ha sido desarrollado con menor amplitud por emerger, esencialmente, de discusiones más locales y acotadas. Sin embargo, el trabajo de Levins logró trascender las fronteras de la biología poblacional y convertirse en un aporte epistemológico influyente en la discusión sobre la dinámica de construcción de los modelos científicos. En apoyo de estas ideas presentamos, por una parte, una consideración del rol que ha tenido la distinción respecto de la historia peculiar de la biología poniendo la construcción de modelos bajo la lupa y, por otra parte, una propuesta para analizar su impacto en la historia de la filosofía de las ciencias reciente.

La historia de la filosofía de las ciencias ha atestiguado un corrimiento desde una filosofía de la ciencia centrada fundamentalmente en los problemas justificatorios del conocimiento científico hacia preocupaciones de orden más local relacionadas con la dinámica de las actividades y prácticas de la ciencia. Este desplazamiento ha ido de la mano de varias propuestas impulsadas por historiadores, sociólogos y filósofos de la ciencia que, en conjunto, han servido para posicionar el examen de cuestiones antes marginadas. Así, por ejemplo, el estudio de aspectos vinculados a los procesos de modelización de los fenómenos y al diseño y ejecución de los experimentos, mediciones y evaluaciones de los resultados obtenidos, pone de relieve la trama compleja de acciones y prácticas que configuran la producción del conocimiento científico.

Un modo de estudiar cómo se ha dado este traslado es a través del análisis del recorrido de alguna conceptualización filosófica en la historia reciente de la filosofía de la ciencia. Para ello, en esta ocasión, nos centraremos en la distinción cualitativo/cuantitativo. La introducción de esta distinción puede rastrearse en el siglo XIX en la obra de Helmholtz (1887) quien propuso una serie de condiciones para la cuantificación basadas en propiedades aritméticas de los números, y ponderó estas condiciones en el contexto de la caracterización comparativa de las magnitudes ejercida tanto en medición física como en formalización geométrica. Ahora bien, su introducción en los trabajos de Carnap (1950) y Hempel (1952) bajo la impronta que la formalización lógica y la reducción de la aritmética tuvo en el seno de la concepción heredada, sustentó la identificación de lo cuantitativo con lo matemático en general y de lo cualitativo con lo no matemático. Diversos campos de investigación científica absorbieron el mandato positivista con respecto a esta distinción y consecuentemente, se transformó en un componente esencial de la evaluación de los modos en que se correspondían las mediciones a las teorías en diversas disciplinas (por ejemplo en psicología como lo recuenta Michell 1999).

Ahora bien, como ha sido el caso con algunas de las distinciones fuertemente trazadas por el positivismo, ha corrido la suerte de quedar de algún modo debilitada. El rasgo peculiar de este caso, sin embargo, es que a diferencia de algunos planteamientos más generales como la crítica a la distinción teórico-observacional por parte de Hanson, Kuhn, Feyerabend; al contexto de descubrimiento y justificación en las propuestas de Nikles, Giere, Schaffner y Simon; a la presencia de elementos internos y externos en el marco del giro sociologicista encabezado por Latour y Woolgar, Bloom, Lynch, etc. -entre muchas otros- este debilitamiento ha emergido en consonancia con discusiones más locales y acotadas. Por ejemplo en el caso de R. Levins quien, a mediados de 1960, sugiere un modo de ponderación de los aspectos cualitativos del modelado de los fenómenos que

problematiza, desde la biología poblacional, su separación tajante con los resultados cuantitativos. Pero el trabajo de Levins, concretamente "The Strategy of Model Building in Population Biology" (1966), logró trascender las fronteras de la biología poblacional y convertirse en un aporte epistemológico influyente en la discusión sobre la dinámica de construcción de los modelos científicos. Su recepción filosófica, aunque escasa, ha animado en las últimas décadas la reflexión de numerosas cuestiones relativas a esta dinámica. Autores como Wimsatt (1987, 1981), Orzack y Sober (1993), Odenbaugh (2003), Weisberg (2003; 2004; 2006), Matthewson y Weisberg (2008) han insistido en la importancia del problema sobre la construcción de modelos científicos sobre la base de los diversos aspectos subrayados en su obra.

El punto de vista de Levins sobre la distinción cualitativo/cuantitativo incluye un estudio de ciertos aspectos prácticos de la producción de conocimiento científico que aporta al desarrollo general de una indagación filosófica orientada a la práctica científica. Concretamente, la complejidad de los sistemas biológicos y su implicancia para la modelización pone al descubierto la importancia de ciertas dificultades prácticas en la producción del conocimiento y en la elección de diferentes estrategias de modelización. Es a través de la categoría de "*trade-off*" como Levins caracteriza esas diferentes estrategias para la representación de los sistemas biológicos. Así, el valor de lo cualitativo se define, entre otras cosas, de acuerdo con aspectos pragmáticos relativos a las posibilidades, limitaciones y elecciones en la construcción de los modelos.

El planteamiento de Levins goza de un nivel de generalidad que lo convierte en un importante aporte epistemológico al cuestionamiento de la distinción cualitativo/cuantitativo tal como fue delineada desde la concepción heredada. En este trabajo presentamos, por una parte, una consideración del rol que ha tenido la distinción respecto de la historia peculiar de la biología poniendo la construcción de modelos bajo la lupa y, por otra parte, una propuesta para analizar su impacto en la historia de la filosofía de las ciencias reciente.

En primer lugar, consideramos la discusión sobre la distinción cualitativo/cuantitativo con respecto al problema de la actuación de la selección natural en múltiples niveles evolutivos (selección de multi-nivel). En los últimos años se puede evidenciar la creciente centralidad de los aspectos cuantitativos que atraviesan este problema, reducidos a preguntas sobre las cantidades o fracciones del cambio evolutivo que corresponden a procesos de selección ejercidos en diferentes niveles. Como un modo de responder a esta cuestión se ha explorado esencialmente la aplicación de dos modelos estadísticos: la ecuación de Price (1972) y el análisis contextual de Heisler y Damuth (1987). Ambos modelos permiten

descomponer formalmente el cambio evolutivo de un carácter fenotípico en poblaciones estructuradas (poblaciones subdivididas en grupos) en dos componentes principales. Cada uno de ellos hace referencia, por separado, a procesos ejercidos por la selección natural a nivel de los grupos y a nivel de los organismos. De este modo, circunscriben en términos formales, niveles de acción diferentes del mecanismo de cambio evolutivo a través de descomposiciones que son diferentes en un caso y en el otro. Este modo de ubicar la distinción identifica lo cuantitativo con lo caracterizado en términos de resultados estadísticos de descomposiciones formales particulares y lo cualitativo con la especificación del nivel causal de selección involucrado en el cambio evolutivo de cierto rasgo.

En segundo lugar, revisamos las características que la postura de Levins ha tenido en el contexto de la historia de la filosofía de las ciencias correlacionando algunas repercusiones filosóficas actuales con algunos rasgos del planteamiento temprano de Helmholtz. Tanto en filosofía de la biología (Justus 2005, 2006) como en filosofía de la química (Weisberg 2004) se ha echado mano de la conceptualización de Levins. En efecto, algunas claves de análisis que surjen del planteamiento de Levins y sirven para ponderar los aspectos cualitativos del modelado matemático son: el trazado de una distinción entre matemático y aritmético en lugar de la clásica entre matemático y no matemático acompañada de la preocupación por defender que los modelos cualitativos de cada caso son matemáticos; la importancia de la capacidad de generalización y realismo frente a la de precisión de acuerdo con la categoría de "*trade-off*"; la potencia exploratoria frente a la confirmatoria, dado que se indagan los patrones que pueden surgir de una representación realista aunque general de los fenómenos; el rol de la construcción de modelos y sus constricciones en cada caso en virtud de la posibilidad de modelar fenómenos que son complejos así como la naturaleza cualitativa de muchos de los fenómenos bajo estudio. Se comparará estas claves de análisis con las condiciones ponderadas por Helmholtz para la cuantificación, condiciones en las que ya se encontraba en tensión la importancia de cuantificar y la de mantenerse cerca de los fenómenos. Se sugerirá que tanto el interés por indagar esta correlación, así como las repercusiones que un postulado de una filosofía de la ciencia específica pueda tener para otras filosofías especiales, guía un aporte para la lectura de la historia de la filosofía de la ciencia contemporánea, así como para la proliferación de estudios críticos respecto del valor de los modelos cualitativos en otras disciplinas.

Referências Bibliográficas:

CARNAP, Rudolf. *Logical foundations of probability*. Chicago: University of Chicago Press, 1950.

HELMHOLZ, Hermann von. Numbering and Measuring from an Epistemological Viewpoint. Pp. 5-15, in: EWALD (Ed.) From Kant to Hilbert. *A Source Book in the Foundations of Mathematics.* Volume II. Oxford University Press, 1996 (1887).

HEMPEL, Carl. Fundamentals of concept formation in empirical sciences. Chicago: University of Chicago Press, 1952.

JUSTUS, James. loop analysis and qualitative modeling: limitations and merits. *Biology and Philosophy* , 21: 647-666, 2006.

———. Qualitative scientific modeling and loop analysis. *Philosophy of Science*, 72: 1272-1286, 2005.

LEVINS, Richard. The strategy of model building in population biology. Pp. 18–27, in: SOBER (ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1966.

MATTHEWSON, John. WEISBERG, Michael. The Structure of tradeoffs in model building. *Synthese*, 170: 169-190, 2008.

MICHELL, Joel. Measurement in psychology. critical history of a methodological concept. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999.

ODENBAUGH, J. Complex systems, trade-offs and mathematical modeling: Richard Levins "Strategy of Model Building in Population Biology" Revisited. *Philosophy of Science*, 70: 1496–1507, 2003.

ORZACK, Steven y SOBER, Elliot. A critical assessment of Levins's "The strategy of model building in population biology (1966)". *Quarterly Review of Biology* 68(4): 533–546, 1993.

WEISBERG, Michael. Forty Years of "The Strategy": Levins on model building and idealization. *Biology and Philosophy* 21(5): 623–645, 2006.

———. Qualitative Theory and Chemical Explanation. *Philosophy of Science*, 71: 1071–1081, 2004.

———. When Less is More: Tradeoffs and Idealization in Model Building. Ph.D. thesis (Doctorate in Philosophy) - Stanford University, 2003.

WIMSATT, William. False models as a means to truer theories. Pp. 23-55, in: M. NITECKI & A. HOMANN (eds.). *Neutral models in biology*. Oxford: Oxford University Press, 1987.

———. Robustness, reliability, and overdetermination. Pp. 124-163, in: M. BREWER & B. COLLINS (eds.). *Scientific inquiry and the social sciences*. San Francisco: Jossey-Bass, 1981.

Ensino do Sistema Circulatório (S.C.) com a Utilização da História da Ciência (H.C.)

Luciana Romeira de Jesus

Mestranda do PPG-Ensino de Ciências-USP
lucianabio2006@yahoo.com.br

Jesuína L. A. Pacca
Instituto de Física Universidade de São Paulo
jepacca@if.usp.br

Resumo: Existem na literatura muitos trabalhos relacionados à utilização da História da Ciência (HC) no Ensino. Mas em sua maioria, são trabalhos teóricos, que objetivam discutir as possíveis contribuições desse recurso didático. Sendo poucos os que se destinam a testar e avaliar as formas de se utilizar a HFC no ensino, são ainda em menor número os que são focados no estudo das formas de se utilizar a História da Ciência no ensino de conteúdos na área biológica; na área da física aparecem trabalhos em maior quantidade, nos dando informações sobre procedimentos didáticos genéricos, mesmo com conteúdos diversos. Diante disso, o objetivo deste trabalho é construir uma sequência didática para abordar o tema Sistema Circulatório, utilizando a História da Biologia como facilitadora do processo de ensino aprendizagem. A abordagem histórica e estratégias metodológicas adequadas devem constituir uma sequência didática que objetive a aprendizagem do conteúdo e seu significado conceitual e social. A sequência será construída com a inclusão de trechos extraído dos originais de cientistas que mostraram a superação de barreiras conceituais. Este material a ser elaborado acompanhará atividades práticas e discussões do conteúdo especifico com os estudantes. O trabalho se estrutura em três direções: 1º- Pesquisa na literatura a respeito do Ensino de Ciências (Biologia) com a utilização da HFC; 2º- Pesquisa de textos originais tratando das concepções do aparelho Circulatório na evolução histórica; 3º- Construção de uma proposta de sequência didática. Já foram realizadas algumas aulas, que seguiram um roteiro prévio, e a partir da analise critica dessas aulas e dos materiais produzidos nelas e que se pretende construir a sequência didática.

Existem na literatura muitos trabalhos relacionados à utilização da História da Ciência (HC) no Ensino. Em sua maioria, são trabalhos teóricos, que objetivam discutir as possíveis contribuições desse recurso didático. Sendo poucos os que se destinam a testar e avaliar as formas de se utilizar a HFC no ensino das ciências em geral, são ainda em menor número os que são focados ensino de conteúdos na área biológica; na área da física aparecem trabalhos em maior quantidade, nos dando informações sobre procedimentos didáticos genéricos, mesmo com conteúdos diversos.

Muitos autores apontam para as limitações do Ensino de Ciências tradicional, e defendem a necessidade de novos currículos, contendo novas formas de se ensinar Ciências. Nesse contexto a inserção da H.C. nos currículos aparece como uma alternativa que pode contribuir para a melhoria do Ensino de Ciências (Matthews, 1995; Gil-Perez, 1993).

Dentre os autores que argumentam em favor da H.C. no ensino Goulart (2005), defende que somente seremos capazes de compreender o conhecimento cientifico atual se formos capazes de compreender como o mesmo se desenvolveu até chegar à forma como está posto hoje. Vanucchi (1996) argumenta que o conhecimento apropriado sobre Ciência envolve não apenas seus produtos, que são leis e teorias, mas também, o conhecimento dos processos da Ciência, que são seus métodos e sua estrutura de desenvolvimento. Para Matthews (1994) a história da ciência pode humanizar o conhecimento científico; motivar os alunos; melhorar a compreensão de conceitos científicos. Entretanto, usar a H. C. para ensinar conteúdos científicos, considerando a natureza da Ciência e seu papel social deve levar em conta que esse quadro amplo de objetivos, sem perder o foco no conteúdo disciplinar específico. E parece que poucas pesquisas têm sido desenvolvidas com essa preocupação.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é a construção de uma Sequência Didática para abordar o conteúdo Sistema Circulatório, utilizando a inserção de textos baseados nos originais encontrados ao longo da H.C., que mostram as mudanças na compreensão desse sistema. Esse material acompanhará atividades práticas e discussão do conteúdo específico, numa dinâmica na sala de aula onde as seguintes atividades com os estudantes são privilegiadas - elaboração de registros escritos, relatórios e manipulação de material biológico.

Metodologia de pesquisa

O trabalho que ainda esta em andamento, se estrutura em três itens: 1º- Pesquisa na literatura a respeito do Ensino de Ciências (Biologia) com a utilização da HFC; 2º- Pesquisa de textos originais e de historiadores tratando das concepções do aparelho Circulatório na evolução histórica; 3º- Construção de uma proposta de sequência didática.

O 2º item apontado exige uma adaptação e construção de textos contendo os aspectos essenciais dessas teorias, de forma que possam ser compreendidas pelos alunos. Nesses textos a serem trabalhados com os estudantes destacaram-se as ideias de Hipócrates, Platão, Aristóteles, Galeno, Miguel de Servet e Harvey.

O 3º item envolve a escolha de atividades significativas para apresentar o conteúdo em questão (S.C.), bem como ter um controle continuo da aprendizagem através de produções dos alunos.

Para a construção da sequência Didática, primeiramente foi elaborado um roteiro prévio, que foi aplicado em um curso piloto para alunos da 5ª Série do Ensino Fundamental. Com a análise dos materiais oriundos desse

curso (gravação de áudio das aulas, anotações feitas pela professora, registros escritos e relatos dos estudantes) pretende-se ter clareza sobre as melhores estratégias didáticas que podem ser utilizadas para inserir a HC no Ensino, para que a partir desse ponto possa-se construir uma sequência didática que contribua com o processo de Ensino e Aprendizagem.

Resultados preliminares

Em uma analise na literatura a respeito da HC no ensino, foi possível encontrar um número razoável de trabalhos teóricos que discutem sobre a validade da utilização de tal estratégia (Bizzo, 1992; Matthews, 1995; Villani, 2001). E um número mais reduzido de trabalhos que avaliam formas prática de se utilizar a H.C., este em sua maioria trabalhos relacionados a área de física, uma vez que a área da Biologia é bastante escassa a exploração desse tema.

Dentro dos textos trabalhados com os alunos terá destaque diferentes explicações propostas ao longo da história, para explicar o funcionamento do S.C. A ênfase se dará no número de cavidades existentes no coração, nas diferenças entre veias e artérias, e nas diferenças entre os modelos de Galeno e Harvey, para explicar a circulação do sangue. O objetivo é mostrar que a Ciência (cientista) cria/inventa numerosos mecanismos para explicar os fenômenos, e essas explicações são selecionadas ou aceitas como "verdades" por ter mais a ver com o mundo em que se vive em determinado momento. Sendo assim as "verdades" do passado não são tidas como tal, e nossas "verdades" podem também não receber esse título no futuro. Dessa forma pretende-se mostrar a Ciência como uma construção humana, e não dogmática.

Em um curso piloto foi aplicado um roteiro prévio para o desenvolvimento de aulas utilizando além dos textos referidos acima, aulas práticas (observação e manipulação de corações de aves e mamíferos), bem como discussões e questionamentos, a fim de que com a interação com os alunos fosse possível acompanhar a aprendizagem e também avaliar a forma de introduzir a H. C. no planejamento. Estamos em fase de análise dos dados obtidos nesse curso. Já foi possível perceber mudanças para o roteiro prévio. Sobre a aprendizagem, algumas relações entre as ideias dos alunos e dos pensadores se destacaram; alunos se envolveram bastante nas discussões, talvez por estarem sendo ouvidos pelos outros, pois a professora questionava e esperava explicações deles; mostram-se motivados a compreender as ideias dos pensadores, mesmo que no inicio haja uma certa resistência. Ao fim do curso foi possível, a partir das anotações feitas em sala e dos materiais produzidos pelos alunos, identificar vários obstáculos para a aprendizagem, e a superação de alguns desses durante o curso.

Referências Bibliográficas:

ARISTÓTELES. *História dos animais livros I-VI*. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 2006.

BIZZO, N. História da Ciência e Ensino: Onde Terminam os Paralelos Possíveis? *Em Aberto*, 11 (55): 29-35, 1992.

DELIZOICOV, N. C. O Movimento do Sangue no Corpo Humano: História e Ensino. Florianópolis, 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física*, Florianópolis, 12 (3): 164, 1995.

———. Historia, Filosofía y enseñanza de las ciencias: la aprocimación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 255-277, 1994.

PLATÃO. *Timeu-Crítias*. Coimbra: Centro de Estudos Clássicos e Humanísticos, 2011.

REBOLLO, R. A. *William Harvey e a anatomia do século XVII – Ruptura e Tradição*. São Paulo, 1998. Tese de doutorado (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP.

———. A difusão da circulação do sangue: a correspondência entre William Harvey e Caspar Hofmann em maio de 1636. *Historia, Ciencias e Saude – Manguinhos*, 9 (3): 479-523, 2002.

———. O legado hipocrático e sua fortuna no período greco-romano: de Cós a Galeno. *Scientiae Studia*, São Paulo, 4 (1): 45-82, 2006.

GOULART, S. M. História da ciência: elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências. Pp. 5-15, in: LIBANEO, J.C & SANTOS, Akiko (orgs). *Educação na Era do Conhecimento em Rede e Transdisciplinaridade*. Campinas, SP: Alínea, 2005.

GIL-PÉREZ, D. Contribuición de la historia y de la filosofia de las ciências al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje com investigación. *Enseñanza de las ciências*, 11 (2): 197-212, 1993.

HARVEY, W. *Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais, 1628*. Trad. Rebollo, R. A. São Paulo: Cadernos de tradução, 1999.

VANUCCHI, A. I. História e Filosofia da Ciência: da teoria para a sala de aula. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Saulo, 1996.

VILLANI, Filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. *Revista Ciência & Educação*, 7 (2): 169-181, 2001.

A Circulação intercoletiva de ideias e a recontextualização do conceito de Gene no ensino de Biologia

Lucio Ely Ribeiro Silvério
Doutorando
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/UFSC
lsilverio@hotmail.com

André Luis Franco da Rocha
Doutorando
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/UFSC
rocha_alf@yahoo.com

Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/UFSC
sylviarpm@gmail.com

Resumo: Este trabalho enfatiza a necessidade de aproximar o ensino de Biologia do debate científico sobre a crise na concepção do conceito de gene, refletindo sobre a importância de uma recontextualização didática deste conceito e de uma necessária formação epistemológica do professorado. Para tanto, neste texto, adotam-se aspectos da teoria do conhecimento de Ludwik Fleck (2010) como um referencial de análise para compreender a força e a importância da *circulação de ideias* na constituição de um *coletivo de pensamento* de um dado grupo social (professores). Com a ajuda desse referencial, objetivamos analisar a consolidação de um determinado conceito de gene na prática docente em Biologia e suas repercussões na formação de uma visão dogmática de Ciência entre estudantes do Ensino Médio. Esta análise, esta apoiada em uma pesquisa com alunos desse segmento escolar, na qual a compreensão acerca do conceito de gene é analisada por meio da resolução de problemas em genética mendeliana (Silvério, 2005). Os resultados dessa análise indicam que os estudantes utilizam o conceito molecular clássico (El Hani, 2005) mais por força da memorização e tradição de ensino, do que pelo entendimento de seu significado para a Ciência e para a interação do conceito com suas vivencias cotidianas. O referencial fleckiano nos permite refletir acerca dos efeitos da circulação de ideias entre geneticistas e professores formadores e sua repercussão na formação inicial de professores, com vistas a uma ação pedagógica epistemologicamente consistente.

Pesquisas de repercussão na área de ensino de Ciências e Biologia indicam que ensinar genética é considerado muito importante para a formação científica do sujeito e também revelam algumas dificuldades quanto ao

processo de ensino aprendizagem dos conceitos genéticos. Este desafio vem persistindo até os dias atuais, uma vez que os conhecimentos em genética tem se tornado cada vez mais complexos e aprofundados (Bugallo Rodríguez, 1995; Justina e Ferrari, 2010), o que exige uma constante adequação e reapropriação de conceitos científicos no contexto pedagógico de sala de aula.

Entendemos que a aquisição de um conceito científico parece estar vinculada à capacidade de saber usá-lo e associá-lo a diferentes contextos em que se encontram imersos os alunos e professores. Portanto, o conhecimento inerente a um conceito científico seria muito mais procedimental ou funcional do que declarativo (Bugallo Rodrígues, 1995), o que, no contexto de uma formação escolar científica, sólida e crítica, direcionada a formação para a cidadania, favorece a interpretação e aplicação do conhecimento diretamente na vida cotidiana dos alunos, auxiliando-os na construção de posicionamentos sociocientíficos fundamentados (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011).

Marbach-Ad (2001) ao estudar a compreensão dos alunos sobre determinados conceitos genéticos, identificou a ocorrência de concepções alternativas e compartimentalização entre os conceitos pesquisados. Seus estudos mostraram que muitos alunos, quando perguntados sobre o que é DNA, gene e cromossomo, respondiam através de explicações funcionais ou estruturais, raramente incluindo as duas possibilidades na mesma resposta. Assim, o gene é compreendido, apenas, por determinar uma característica particular em um indivíduo. Essa definição mostra para além de uma redução conceitual, a dificuldade para interpretar que os três conceitos estão envolvidos na mesma função, estabelecendo pouca relação entre eles e outros conceitos, como proteínas e enzimas.

Embora muitas destas dificuldades sejam atribuídas à falta de interesse dos alunos ou ao pouco tempo que dedicam ao estudo, outras circunstâncias importantes no contexto podem passar despercebidas. Elas se revelam no momento em que o professor faz uso da resolução de problemas em genética, onde a compreensão acerca do conceito de gene pode ser explicitada. Na prática escolar, os alunos buscam solucionar corretamente exercícios/problemas que não requerem compreensão do conceito ou do processo genético envolvido e que resultam da aplicação de fórmulas ou esquemas isolados. Os dados de nossa pesquisa indicam que os estudantes do Ensino Médio, de maneira geral, utilizam o conceito molecular clássico e genecêntrico (El Hani, 2005) mais por força da memorização e tradição de ensino, do que pelo entendimento de seu significado para a Ciência e para a interação deste conceito com suas vivencias cotidianas. Indicam também, que eles lançam mão de recursos algorítmicos (esquemas e fórmulas) como principal estratégia de resolução de problemas de genética mendeliana e que

o fazem sem compreender claramente o contexto e o motivo pelo qual devem aplicá-los (Silvério, 2005).

A questão que propusemos, nesse sentido, nos levou a questionar os fatores que preconizam esse comportamento. As reflexões da pesquisa indicam um *status pedagógico* não só dos alunos, mas apontam fragilidades formativas a respeito da epistemologia das Ciências, junto aos licenciados e professores de Biologia. A emersão de um único conceito de gene (molecular clássico), usado de forma dogmática pelos alunos, pode significar um posicionamento periférico dos professores a respeito das discussões epistemológicas da genética no que diz respeito a esse conceito e suas relações com os sistemas biológicos. Os obstáculos que impossibilitam os professores de articular diferentes conceitos e contextos para, por exemplo, propor didaticamente um problema de genética, reduz ou mesmo nega a interpretação conceitual na leitura e análise do problema pelo aluno e exalta sua resolução matemática. Para compreender como esse fenômeno se gestou ao longo da história formativa dos professores, adotamos aspectos da teoria do conhecimento de Ludwik Fleck (2010) como um referencial de análise para compreender a força e a importância da *circulação de ideias* na constituição de um *coletivo de pensamento* de um dado grupo social (professores). Assim, este trabalho enfatiza a necessidade de aproximar o ensino de Genética do debate científico sobre a crise na concepção do conceito de gene, refletindo sobre a importância de uma recontextualização didática deste conceito e de uma formação epistemológica consistente ao professorado.

De acordo com Fleck (2010) há um terceiro elemento condicionador do ato de conhecer dos sujeitos sobre um objeto cognoscível, o *estilo de pensamento*. Ele orienta formativamente pressupostos teóricos e práticos na busca pela construção e/ou manutenção de um dado corpo de conhecimentos. Logo, este estilo não existe no vácuo, havendo uma relação indissociável entre um estilo de pensamento e seu coletivo. Assim, usamos o termo "coletivo de pensamento" como uma comunidade de pessoas que trocam pensamentos ou se encontram em uma situação de influência recíproca de pensamentos (Fleck, 2010), como no caso dos professores de genética, que se constituem num coletivo distinto dos geneticistas. Apesar de ambos possuírem interesses sobre o conhecimento genético, estes possuem diferentes objetivos. Os geneticistas buscam ampliar os conhecimentos de uma dada área da genética e os professores buscam construir junto a seus alunos os conceitos inerentes a essa área científica. Nesse sentido, mesmo pertencendo a um mesmo estilo de pensamento, geneticistas e professores de genética podem ser reconhecidos em diferentes coletivos: *esotérico* (geneticistas/especialistas) trabalhando no centro do contexto de produção científica e *exotérico* (professores/leigos formados) periféricos ao epicentro, mas que se comunicam com os primeiros por diversos meios, incluindo a formação

profissional e os manuais/livros de ensino. É na forma como se estabelece esta comunicação e o processo de interação entre esses coletivos que se localiza o âmago da questão aqui tratada.

De maneira geral, a formação dos professores em Biologia apresenta fragilidades epistemológicas sérias, incluindo aí a carência de discussões acerca da história e filosofia da Biologia nos cursos da área de genética. Acreditamos que se faz necessário um grande esforço político educacional para melhorar a qualidade da circulação intercoletiva de ideias, no que se refere ao alcance e repercussão que a discussão quanto à crise no conceito de gene pode representar para o estilo de pensamento biológico, se desejamos ensinar conceitos significativos para os estudantes e que tenham poder de iluminar suas decisões cotidianas. A grande distância entre esses coletivos de pensamento reduz a importância da crise científica e dos processos sócio-históricos que culminam na produção da Ciência, constituindo uma ação pedagógica epistemologicamente acrítica e ainda gene-cêntrica. Esta pesquisa então, associada ao aporte teórico de Ludwik Fleck e as reflexões da filosofia da Ciência, permite refletir sobre os limites e potencialidades que fatores como a circulação de ideias entre diferentes grupos sociais, como os geneticistas e os professores formadores, orientados por um estilo de pensamento, podem assumir na formação dos professores para ampliação da concepção de Ciência e do conceito de gene.

Referências Bibliográficas:

BUGALLO RODRÍGUEZ, A. La Didática de la Genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciências*, v. 13, n. 3, p. 379-385. 1995.

DELIZOICOV. D; ANGOTTI. J. A; PERNAMBUCO. M. M. Ensino de Ciências: Fundamentos e métodos. 4 ed. São Paulo: Cortez. 2011.

EL-HANI, C. N. Controvérsias sobre o conceito de gene e suas implicações para o ensino de genética. *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-Atas*, Bauru-SP*:* 2005. Bauru-SP, 5:1-12. 2005.

FLECK. L. Gênese e desenvolvimento de um fato científico. (2010). Belo Horizonte: Fabrefactum. 2010.

JUSTINA, L. A. D.; FERRARI, N. A ciência da hereditariedade: enfoque histórico, epistemológico e pedagógico. Cascavel: Edunioste. 2010.

MARBACH-Ad, G. Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*, 35 (4): 183-189, 2001.

SILVERIO, L. E. R. A resolução de problemas em genética mendeliana. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2005.

A importância da pesquisa histórica na proposição de uma Síntese Evolutiva Estendida

Luiz Felipe Reversi
Mestrando do Programa de Pós-Graduação Em Educação Para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, São Paulo, Brasil
lfr182@hotmail.com

João José Caluzi
Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, São Paulo, Brasil
caluzi@fc.unesp.br

Resumo: No presente trabalho analisamos o texto histórico de Waddington (1942) intitulado "Canalization of Development and the Inheritance of Acquired Characters", por meio de ambas as propostas internalistas e externalistas de análise histórica, buscando subsídios para a proposta de uma Síntese Evolutiva Estendida, uma expansão do atual paradigma da biologia evolutiva, conhecido como Síntese Moderna, que por sua vez, representa a união das teorias genéticas de Mendel e as teorias evolutivas de Darwin. Entretanto este paradigma reconhecidamente genecêntrico apresentou limitações frente à questões emergentes advindas de novas áreas de investigação, como a epigenética, o que motivou muitos cientístas e filósofos da ciência e proporem uma séria revisão e expansão deste paradigma. Desta forma independentemente das opiniões favoráveis ou contrárias à esta expansão do paradigma da biologia evolutiva, não podemos mais falar sobre conceitos básicos como, por exemplo, hereditariedade, da mesma forma reducionista e genecêntrica que antes, e se torna evidente a importância da investigação histórica para a retomada de descobertas empíricas e conceituais relevantes para uma visão mais critica e ampla destes conceitos assim como para a proposta de expansão da atual teoria evolutiva, feitas por autores reconhecidamente ignorados durante o processo de elaboração da Síntese Moderna, como no trabalho de Waddington o qual analisamos.

No presente trabalho analisamos o texto histórico de Waddington (1942) intitulado "Canalization Of Development And The Inheritance Of Acquired Characters", buscando superar a dicotomia entre as visões internalista e externalista nos estudos historiográficos, realizando uma análise tanto interna dos conceitos presentes no texto dentro de uma visão epistemológica da biologia, quanto externa em seu contexto histórico de produção e suas implicações desde a época de sua publicação até os dias atuais, atuando como importante aporte histórico-conceitual para os processos dinâmicos de expansão da Teoria Evolutiva.

Waddington publica esta breve comunicação na revista Nature em defesa das teorias naturalistas de evolução da forma e da herança dos caracteres adquiridos, que haviam sido deixadas de lado pelas teorias genecêntricas desde a formulação do atual paradigma da biologia evolutiva, conhecido como Síntese Moderna, termo cunhado em 1942 por Julian Huxley em seu livro "Evolution: The Modern Synthesis" para designar o processo de integração das teorias evolutivas de Darwin com as teorias genéticas de Mendel. Este processo de integração de ambas as teorias teve início na primeira metade do século XX com os trabalhos de Fisher (1930), Haldane (1932), Wright (1932) e Dobzhansky (1937) em uma busca de bases hereditárias que pudessem sustentar a teoria de Darwin, que reconhecidamente apresentava dificuldades para explicar os mecanismos de herança (Pigliucci, 2009).

Pouco mais de uma década após a criação da Síntese Moderna os pesquisadores James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin propuseram o modelo da estrutura físico-química em dupla hélice para o DNA, que atribuiu o significado de base material da herança ao gene (Keller, 2002). Este modelo corroborou para o entendimento de gene como uma sequência específica e discreta de nucleotídeos de DNA, envolvido em uma função específica (Falk, 1986; Keller, 2000), abrindo o caminho para os avanços da biologia molecular nas próximas décadas, com o esclarecimento do mecanismo de síntese proteica ou do código genético, por exemplo.

Desde o desenvolvimento da biologia molecular aos dias atuais vários autores argumentam uma crescente ênfase nos aspectos moleculares da teoria evolutiva, e esta não ter atribuído um papel explicativo claro ao desenvolvimento do organismo em sua estrutura conceitual (Lewontin, 1978, 2002; Goodwin, 1994; Feltz, 1995; Webster e Goodwin, 1999; El-Hani e Emmeche, 2000; Ruiz-Mirazo *et al*., 2000; Gutmann e Neumann-Held, 2000; El-Hani, 2002; Sepúlveda, Meyer e El-Hani, no prelo), como apontado por vários autores atuais e por Waddington desde o início da consolidação da Síntese Moderna. As pesquisas biológicas de modo geral estão em níveis focais microscópicos, como no caso da Biologia Molecular, ou macroscópicos como na Ecologia, entretanto em ambos os casos estão presentes uma visão afastada do organismo (Ruiz-Mirazo *et al*., 2000).

No entanto, no período de mais de meio século que se seguiu após a elaboração da Síntese Moderna surgiram muitas contribuições para a área de pesquisa em evolução, das quais podemos citar as pesquisas em epigenética, nos fenômenos de plasticidade fenotípica, as interações gênicas, a evolvabilidade, a biologia evolutiva do desenvolvimento, entre outras (Pigliucci, 2007). Este conjunto de novas áreas de investigação levaram muitos cientistas e filósofos da ciência a avaliar a validade dos principais dogmas

da Síntese Moderna à luz destes novos estudos no século XXI (Handschuh & Mitteroecker, 2012).

Neste sentido argumentos em favor de uma séria revisão e expansão da Síntese Moderna têm se proliferado e se tornando cada vez mais convincentes (ver por exemplo: Carroll, 2008; Gould, 2002; Müller, 2007; Pigliucci, 2007), dando origem à uma nova proposta que possa abranger as explicações para antigas questões assim como os novos conceitos emergentes, conhecida como a Síntese Estendida, uma vez que irá aumentar, em vez de refutar, a Síntese Moderna (Handschuh & Mitteroecker, 2012).

Assim, buscamos mostrar aportes conceituais para uma Síntese Estendida não estão apenas presentes em estudos recentes, em sua comunicação publicada em 1942, Waddington desenvolve o conceito de canalização do desenvolvimento, um processo similar ao da plasticidade fenotípica, porém com o efeito inverso, no qual as reações do desenvolvimento são ajustados de modo a se apresentarem fenotípicamente em um determinado resultado final, independentemente de pequenas variações de condições ou de configurações genéticas ao longo do desenvolvimento da reação (Waddington, 1942). A plasticidade, juntamente com a canalização do desenvolvimento, permitem a possibilidade de uma capacitância evolutiva, ou seja a acumulação de variações genéticas não manifestadas fenotipicamente, que podem passar a ser expressas sob condições de estresse, o que poderia levar à origem de fenótipos alternativos. (Pigliucci, 2007).

Estas ideias também contribuiriam para elaboração dos conceitos de acomodação genética e fenotípica. Juntos, estes conceitos são alguns dos pilares e principais argumentos para uma expansão da teoria evolutiva, como colocado por Pigliucci (2007) "O papel da plasticidade fenotípica, quando levada a sério, modifica a visão genecêntrica da evolução, e em direção a uma integração mais complexa da genética, biologia do desenvolvimento e, acima de todas, ecologia.."

Outro ponto de argumentação em favor de uma revisão da Síntese Moderna, e presente no trabalho de Waddington, é a da falta de uma teoria que explique as transformações da forma nos organismos, neste sentido Platnick e Rosen (1987) atribuem ao filósofo Karl Popper a critica de que "a [Síntese Moderna] é estritamente uma teoria de genes, ainda que o fenomeno que tenha que ser explicado seja o da transmutação da forma", a qual Pigliucci refuta, afirmando a necessidade de ambas as teorias, de forma e de genes (Pigliucci, 2007). Pigliucci ainda afirma que a junção destas duas teorias pode ser conseguida por meio de uma "enxertia orgânica" de novos conceitos sobre a estrutura fundamental da Síntese Moderna, dentre os quais, os conceitos de evolvabilidade, plasticidade fenotípica e herança epigenética, todos conceitos para os quais podemos encontrar aportes em

textos históricos como os de Baldwin (1896), Schmalhausen (1949) e do próprio Waddington (1942; 1961).

Desta forma, independentemente das opiniões favoráveis ou contrárias à esta expansão do paradigma da biologia evolutiva, não podemos mais falar sobre conceitos básicos como, por exemplo, hereditariedade, da mesma forma reducionista e genecêntrica que antes, e se torna evidente a importância da investigação histórica (ou de textos históricos) para a retomada de descobertas empíricas e conceituais relevantes para uma visão mais critica e ampla destes conceitos e também para a proposta de expansão da atual teoria evolutiva, feitas por autores reconhecidamente ignorados durante o processo de elaboração da Síntese Moderna, como no trabalho de Waddington o qual analisamos.

Referências Bibliográficas:

BALDWIN, J. M. A new factor in evolution. *American Naturalist*, 30: 354–451, 1896.

CARROLL S. B. Evo-devo and an expanding evolutionary synthesis: A genetic theory of morphological evolution. *Cell*, 134:25-36, 2008.

DOBZHANSKY, T. *Genetics and the Origin of Species*. New York: Columbia University Press, 1937.

EL-HANI, C. N.; EMMECHE, C. On some Theoretical grounds for an organism-centered biology: property emergence, supervinience and downward causation. *Theory in Biosciences*, Jena, nov., 119: 234-275, 2000.

EL-HANI, C.N. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. Pp. 199-242, in: SILVA FILHO, Waldomiro *et al*. (orgs.). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador, BA: Arcádia, 2002.

FALK, R. What is a gene? *Studies in the History and Philosophy of Scienc*e, 17:133-173, 1986.

FELTZ, B. Le réductionnisme em biologie. Approches historique et épistemologique. *Revue Philosophique de Louvain*, Belge/France, 93: 9-32, 1995.

FISHER, R. A. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford: Oxford University Press, 1930.

GOODWIN, B. *How the leopard changed its spots: the evolution of complexity*. New Jersey: Touchstone, 1994.

GOULD, S. J. The structure of evolutionary theory. Cambridge: Harvard University Press, 2002.

GUTMANN, M.; NEUMANN-HELD, E. The theory of organism and the culturalist foundation of biology. *Theory in Biosciences*, Jena. nov., 119: 276-317, 2000.

HALDANE. J. B. S. The time of action of genes, and its bearing on some evolutionary problems. *American Naturalist*, 66: 5-24, 1932.

HANDSCHUH S.; MITTEROECKER, P. Evolution - the extended synthesis. A research proposal persuasive enough for the majority of evolutionary biologists? Book Review. *Human Ethology Bulletin*, 27 (1-2): 18-21, 2012.

KELLER, E. F. *The century of the gene*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

———. *O Século do Gene*. Editora Crisalida, 2002.

LEWONTIN, R. Adaptation. *Scientific American*, 249: 212-222, 1978.

———. A Tripla Hélice: gene, organismo e ambiente. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

MÜLLER G. B. Evo-devo: extending the evolutionary synthesis. *Nature Reviews Genetics*, 8: 943-949, 2007.

PIGLIUCCI, M. Do we need an extended evolutionary synthesis? *Evolution*, 61: 2743–2749, 2007.

———. An extended synthesis for Evolutionary Biology. *Annals of New York Academy of Sciences*, 1168: 218-228, 2009.

PLATNICK, N. I., & ROSEN, D. E. Popper and evolutionary novelties. *History and Philososophy of Life Sciences*, 9: 5-16, 1987.

RUIZ-MIRAZO, K.; ETXEBERRIA, A.; MORENO, A.; IBÁÑEZ, J. Organism and their place in biology. *Theory in biosciences*, 119 (3-4): 209-233, 2000.

SEPULVEDA, C.; MEYER, D.; EL-HANI, C. N. Adaptacionismo. Pp. 162-192, in: ABRANTES, P. (org.). *Filosofia da biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SCHMALHAUSEN, I. I. *Factors of evolution. The theory of stabilizing selection*. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1949.

WADDINGTON, C. H. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. *Nature*, 150: 563–565, 1942.

———. Genetic assimilation. *Advances in Genetics*, 10: 257-290, 1961.

WEBSTER, G.; GOODWIN, B. C. A structuralist approach to morphology. *Rivista di Biologia*, 92: 495-498, 1999.

WRIGHT S. The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. *Proceedings of the Sixth International Congress of Genetics*, 1: 356-366, 1932.

Ernst Haeckel nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2012

Marcelo Viktor Gilge
Mestrando no programa de Genética e Biologia Evolutiva

Universidade de São Paulo (USP)
mgilge@ib.usp.br

Maria Elice Brzezinski Prestes
Departamento de Genética e Biologia Evolutiva
Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo
eprestes@ib.usp.br

Resumo: Uma busca por trabalhos em História da Ciência produzidos no Brasil revelou que existem poucos estudos sobre a biografia e a obra de Ernst Haeckel (1834-1919). O presente trabalho pretendeu avaliar o tratamento dado à biografia e a obra de Haeckel pelas coleções de Biologia aprovadas pelo PNLD - Ensino Médio 2012. Para isso, foi realizada a leitura de fontes primárias e secundárias de textos de Ernst Haeckel e de autores que abordam seus trabalhos, bem como das oito coleções indicadas no Guia PNLD 2012. A análise mostrou que Haeckel foi citado em todas as coleções, em ao menos um de seus três volumes. Em geral as citações são corretas, porém em poucos casos o trabalho desse naturalista é explorado de forma a propiciar aos estudantes uma melhor compreensão da natureza da ciência.

A presença de temas da História da Ciência é cada vez mais frequente nos livros didáticos produzidos no Brasil. Diversos estudos têm sido feitos a respeito da utilização da História da Ciência em livros de Biologia (Martins, 1998; Carneiro & Gastal, 2005; Bittencourt & Prestes, 2012). Ao estudar eventos e personagens históricos, alunos do Ensino Médio podem não só adquirir uma maior compreensão sobre o método científico, que é um dos componentes da alfabetização científica (Brasil, 2006, p. 18), mas também desenvolver um melhor entendimento a respeito dos processos e estratégias utilizadas por pesquisadores e, dessa forma, ampliar sua compreensão sobre a natureza da ciência. No entanto, a análise dos documentos oficiais produzidos pelo Ministério da Educação mostra que a História da Ciência é mencionada de maneira apenas genérica, sem oferecer uma proposta efetiva de implantação no currículo.

Uma busca por trabalhos em História da Ciência produzidos no Brasil revelou que existem poucos estudos sobre a biografia e a obra de Ernst Haeckel, destacando-se entre eles a dissertação de Guilherme Francisco Santos, “A teoria da gastrea de Ernst Haeckel” (Santos, 2011). Porém, vários temas presentes em livros de Biologia para o Ensino Médio estão diretamente relacionados à produção científica desse naturalista alemão.

Ernst Heinrich Phillipp August Haeckel (1834-1919) foi um dos grandes nomes da ciência alemã na segunda metade do século XIX e início do século XX.

O alcance de seus trabalhos foi tão grande que autores como Robert J. Richards defendem a ideia de que os escritos de Haeckel foram mais deter-

minantes para popularizar as ideias darwinianas do que as próprias obras de Charles Darwin (Richards, 2008, p. 2). Diversos termos usados ainda hoje na Biologia, como “ecologia”, “gastrulação”, “filogenia” e “ontogenia”, foram cunhados por Haeckel (Richards, 2008, p.8).

Haeckel publicou diversas obras e propôs muitas teses, algumas controversas. Entre elas merece destaque a “Lei Biogenética Fundamental”, proposta em sua obra de 1874, *Anthropogenie; oder, Entwicklungsgeschichte des Menschen*. Nela, Haeckel resgata a ideia de que a ontogenia (desenvolvimento do organismo) recapitula a filogenia (o desenvolvimento evolutivo da espécie), utilizando para isso de conceitos darwinianos. Gravuras muito semelhantes às produzidas por Haeckel para ilustrar a Lei Biogenética Fundamental ainda hoje são encontradas em parte dos livros didáticos brasileiros.

O livro didático é a principal ferramenta do trabalho de ensino-aprendizagem nas salas de aula brasileiras. Em muitos casos, é também a única fonte de informação técnica disponível para os professores (Vasconcelos & Souto, 2003, p. 93). Assim, é fundamental que as informações contidas nesse tipo de material sejam adequadamente contextualizadas e tecnicamente corretas.

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) visa fornecer aos estudantes das escolas públicas de todo o país, de forma gratuita, obras didáticas que passaram por avaliações que atestam sua adequação a critérios pré-estabelecidos pelo Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação (FNDE) do MEC. A cada três anos, as editoras que produzem livros didáticos para o Ensino Médio são convidadas a inscrever suas obras para a área Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Componente curricular Biologia. Para o edital 2012, dezesseis coleções foram inscritas. Após a realização de um processo de avaliação, o MEC divulgou o Guia de Livros Didáticos PNLD 2012 – Biologia. Neste guia são apresentadas as oito coleções que foram consideradas pela equipe de avaliação como mais adequadas para auxiliar os professores no processo de ensino da Biologia no Ensino Médio.

O presente trabalho pretendeu avaliar o tratamento dado à biografia e a obra de Ernst Haeckel pelas coleções de Biologia aprovadas pelo PNLD - Ensino Médio 2012, analisando-se sua adequação quanto à correção de informações biográficas e científicas, à referenciação e à contextualização. Para isso, foi realizada a leitura de fontes primárias (Haeckel, 1866; 1877) e secundárias de textos de Ernst Haeckel e de autores que abordam os trabalhos deste naturalista alemão, conforme metodologia de pesquisa em História da Ciência. Paralelamente, foi realizada a leitura das oito coleções aprovadas pelo MEC e indicadas no Guia PNLD 2012, incluindo os Manuais do Professor. A avaliação das obras aprovadas foi parcialmente baseada na

ferramenta criada por Laurinda Leite (Leite, 2002) para análise de informações históricas presentes em livros didáticos.

A análise das obras mostrou que o nome de Ernst Haeckel foi citado em todas as coleções, em ao menos um de seus três volumes. Em geral, as citações são corretas, de acordo com os critérios utilizados. Porém, em poucos casos o trabalho do naturalista alemão é explorado de forma a propiciar aos estudantes uma melhor compreensão da natureza da ciência.

Referências Bibliográficas:

ANDERSON, Michael. *The school dynamics*. Washington: Random Books, 2005.

BITTENCOURT, Fabricio B.; PRESTES, Maria E. B. O tratamento dado à História da Biologia nos livros didáticos brasileiros recomendados pelo PNLEM-2007: análise das contribuições de Gregor Mendel. No prelo.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Volume 2. Brasília: MEC/ SEB, 2006.

CARNEIRO, Maria H. S.; GASTAL, Maria L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, 11 (1): 33-39, 2005.

HAECKEL, E. *Generelle Morphologie der Organismen.* Berlin: Georg Reimer, 1866.

———. *Anthropogenie; oder, Entwicklungsgeschichte des Menschen.* 3 ed. Leipzig: Wilhem Engelmann, 1877.

LEITE, Laurinda. History of Science in Science education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of science textbooks. *Science and Education*, 11 (2): 333-359, 2002.

MARTINS, Lilian A. P. A História da Ciência e o ensino da Biologia. *Ciência & Ensino*, 5: 18-21, 1998.

RICHARDS, Robert. J. *The tragic sense of life: Ernst Haeckel and the struggle over evolutionary thought*. Chicago: The University of Chicago Press, 2008.

SANTOS, Guilherme F. *A teoria da gastrea de Ernst Haeckel*. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

VASCONCELOS, Simão D.; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental – Proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação* 9 (1): 93 - 104, 2007.

Inferência da melhor explicação e a noção de identidade de problemas científicos: o caso do adaptacionismo em Darwin

Marcos Rodrigues da Silva
Doutor em Filosofia, Professor Associado
Departamento de Filosofia, Universidade Estadual de Londrina, Brasil
mrs.marcos@uel.br

Resumo: Uma das características que podemos encontrar nas narrativas utilizadas pelos historiadores para descrever a aceitação de um programa de investigação se encontra na noção de disputa científica, noção esta que assume o princípio de que cientistas compartilham problemas científicos; e, ao compartilharem problemas científicos, compartilham igualmente tanto definições de conceitos quanto objetivos de investigação. Esta noção possui um suporte filosófico no argumento da inferência da melhor explicação: a teoria que ofereceu a melhor explicação para um certo problema foi superior a suas rivais, por ter solucionado um problema que era por todos compartilhado. Este padrão pode ser encontrado na historiografia darwinista, quando se afirma que Darwin tinha por objetivo solucionar o problema da adaptação, tendo o conceito "adaptação" o mesmo significado tanto em Darwin quanto em outros biólogos (ou mesmo teólogos naturais). Porém, de acordo com o historiador Gustavo Caponi, Darwin i) não partilhava com seus predecessores o conceito "adaptação" e ii) o adapatacionismo não era inicialmente um problema, senão uma consequência de seu programa evolucionista. Nesta comunicação apresentamos, em primeiro lugar, a estrutura argumentativa filosófica da ideia de aceitação de programas de investigação por meio da competição; em seguida, apresentamos o caso do conceito de "adaptação" a partir do trabalho de Gustavo Caponi; por fim, mostramos os problemas da estrutura filosófica da inferência da melhor explicação.

Por que os cientistas aceitam teorias científicas? Duas respostas são sempre apresentadas: i) as teorias se referem a objetos (eventos, entidades e processos) reais, que fazem parte do mundo; ii) as teorias, ao se referirem a estes objetos, produzem conhecimento sobre o mundo. Estas respostas estão vinculadas ao que poderíamos denominar de "dimensão ontológica da aceitação" (no caso da resposta (i) acima) e "dimensão epistemológica da aceitação" (no caso da resposta (ii) acima). Estas dimensões, efetivamente, apontam aspectos importantes e fundamentais da aceitação; pois como poderia ser aceita uma teoria que não falasse de objetos que ela pretende apresentar como reais (mesmo que inicialmente na forma hipotética) e que não apresentasse uma explicação cognitivamente fundamentada sobre os mesmos?

Um importante argumento filosófico adotado para a justificação da aceitação das teorias no interior destas dimensões ontológica e epistemológica é o argumento da inferência da melhor explicação (doravante mencio-

nado como “IBE”) (cf. Harman 1968; Lipton 1991; Lipton 1993; Psillos 1996). O argumento é bastante simples: a) uma evidência precisa ser explicada; b) uma teoria T explica melhor a evidência do que outras teorias rivais; logo, c) T é aceita e aceita como verdadeira (Harman 1965, p. 89; Psillos 2007, p. 442-443; Fumerton 1980, p. 594-595; Silva 2011, p. 274). Assim, temos aqui um argumento que justifica o porquê da aceitação, por parte da comunidade científica, de uma determinada teoria.

O problema é que alguns filósofos, historiadores da ciência e sociólogos da ciência têm sugerido a existência de uma outra dimensão presente na aceitação das teorias: a dimensão pragmática (cf. van Frassen 1980). Esta dimensão pode se apresentar nas mais variadas formas, desde o simples reconhecimento da sua existência chegando até à negação das virtudes ontológica e epistemológica das teorias. Nesta apresentação adotamos o ponto de vista de que a dimensão pragmática está presente na aceitação das teorias científicas, bem como adotamos o ponto de vista que ela é fundamental (tanto quanto o são as dimensões ontológica e epistemológica) para a compreensão da aceitação das teorias. Note-se que estamos a tratar da aceitação das teorias, não das próprias teorias e de suas propriedades; e, porque a aceitação é um procedimento que ocorre no interior de uma comunidade científica, então uma compreensão da aceitação precisa levar em consideração os atores da aceitação (os membros desta comunidade) e como eles procedem neste processo. É então em função da existência de procedimentos que falamos de aspectos pragmáticos da aceitação.

Esta apresentação procura compreender a aceitação em sua dimensão pragmática. Aqui, trataremos apenas da primeira premissa de IBE (a): “existe uma evidência que precisa ser explicada”.

O que IBE sugere claramente é que a teoria que melhor explicou a evidência foi vitoriosa *em relação às outras teorias rivais e com isso explicou a evidência dada* (Stanford 2006, p. 29). Há um pressuposto importante aqui: o de que todas as teorias que rivalizavam para a explicação da evidência *compartilhavam a mesma evidência*. Deste pressuposto segue-se outro: o fato de partilharem a mesma evidência é interpretado como “trabalhavam para a solução do mesmo problema científico”; em outros termos: que todas as teorias partiam de um mesmo e definido problema científico colocado pela evidência.

Este padrão argumentativo pode ser localizado na historiografia darwinista, quando se afirma que Darwin tinha como um de seus objetivos solucionar o problema da adaptação (cf. Gould 2002, p. 156), tendo o conceito “adaptação” o mesmo significado tanto em Darwin quanto em outros biólogos (ou mesmo teólogos naturais). Porém, de acordo com o historiador Gustavo Caponi (2011), Darwin i) não partilhava com seus predecessores o conceito “adaptação” e ii) o adapatacionismo não era inicialmente um pro-

blema, senão uma consequência de seu programa evolucionista. Partindo desta tese historiográfica de Caponi, pretendemos aqui problematizar a noção filosófica de que a aceitação de programas de investigação ocorre em virtude de comparação direta de vários programas controversos; aqui focaremos especificamente o conceito de "adaptação", procurando mostrar que, uma vez que o conceito não é partilhado por Darwin e seus predecessores, revela-se deste modo complexa a tarefa de determinar a equivalência no que diz respeito ao problema científico. A consequência que desejamos extrair desta discussão é que a ideia filosófica de aceitação de programas de investigação tendo em vista seu sucesso diante de outras abordagens alternativas rivais precisa considerar o problema histórico de que a comparação de tais programas – supondo que exista tal comparação – nem sempre se disponibiliza em todos os aspectos teóricos.

Neste trabalho apresentaremos, de forma sumária, IBE enquanto forma de justificação das teorias; em seguida apresentamos a premissa (a) de IBE; por fim apresentamos os elementos principais do estudo de caso que aqui será utilizado.

Referências Bibliográficas:

CAPONI, Gustavo. *La Segunda Agenda Darwiniana*. Cidade do México: Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano, 2011.

FUMERTON, Richard. Induction and Reasoning to the Best Explanation. *Philosophy of Science*, 47: 589-600, 1980.

GOULD, Stephen Jay. The structure of Evolutionary Theory. Cambridge: Harvard University Press, 2002.

HARMAN, Gilbert. The inference to the best explanation. *The Philosophical Review*, 74: 88-95, 1965.

LIPTON, Peter. *Inference to the best explanation*. London: Routlege, 1991.

———. Is the Best Good Enough? *Proceedings of the Aristotelian Society*, XCIII (2): 89-104, 1993.

PSILLOS, Stathis. On Van Fraassen's critique of abductive reasoning. *The Philosophical Quarterly*, 46: 182: 31-47, 1996.

———. The fine structure of inference to the best explanation. *Philosophy and Phenomenological Research*, LXXIV (2): 441-448, 2007.

STANFORD, Kyle. *Exceeding our grasp*. Oxford: Oxford University Press, 2006.

VAN FRAASSEN, Bas. *The scientific image*. Oxford: Clarendon Press, 1980.

Contribuições do uso da História da Biologia na formação de professores: concepções de licenciandos sobre a delimitação do conhecimento científico

Maria Elice Brzezinski Prestes
Departamento de Genética e Biologia Evolutiva da Universidade de São Paulo
Grupo de Pesquisa em História da Biologia e Ensino
eprestes@ib.usp.br

Resumo: Nesta apresentação serão discutidos os resultados de pesquisa realizada entre alunos que cursaram uma disciplina optativa oferecida a licenciandos de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo em 2010 e 2011. Após indicar os objetivos metacientíficos da disciplina, bem como exemplificar os episódios da História da Biologia que foram tratados, serão discutidas as opiniões dos estudantes, no início e no final da disciplina, sobre alguns aspectos da natureza da ciência. O instrumento de pesquisa utilizado foi o questionário VNOS-A, desenvolvido por Lederman e O'Malley (1990), aplicado para 21 alunos dos dois oferecimentos da disciplina. Foi realizada análise qualitativa dos dados, segundo L. Bardin, por meio de construção de categorias *a posteriori*. Os resultados mostram alterações aquém do esperado nas opiniões dos alunos, embora indiquem certo aumento na precisão e sofisticação dos argumentos com que defendem seus pontos de vista. Com base na pesquisa, foram introduzidas duas modificações no programa da disciplina no sentido de eleger um reduzido número de aspectos da natureza da ciência e de usar os aspectos selecionados como linha condutora do curso.

O objetivo mais amplamente defendido hoje na formação de professores de ciências é o da promoção de um ensino contextual (Brasil, 2002a,b). Isso implica, para além dos componentes atitudinais e cognitivos, seja do saber pedagógico, seja do saber da própria ciência particular, a inclusão curricular de aspectos relacionados ao que se convencionou chamar Natureza da Ciência (Lederman, 2007). Dentre eles, encontra-se a questão bastante inicial sobre o que é, afinal, a ciência. Uma possibilidade de abordar essa temática em sala de aula é a de colocá-la em perspectiva a outras formas de conhecimento (Pozo, 2009). Em outras palavras, trata-se de discutir como se dá a demarcação entre conhecimento científico e, por exemplo, as Artes ou o senso comum. Uma forma de abordar essa temática com os estudantes pode ser feita por meio de episódios da História da Ciência, uma ferramenta valiosa no ensino de ciências (Allchin, 2010). Qual a melhor contribuição do uso da história para aprimorar o ensino de ciências?

Procurando levantar dados empíricos que nos auxiliem a pensar sobre essa questão, foi realizada uma pesquisa entre alunos que cursaram uma disciplina optativa criada pela autora deste trabalho e oferecida a licenciandos de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo em 2010 e 2011.

Com o intuito de sensibilizar o estudante para a futura prática docente caracterizada por uma relação dialógica entre professor e aluno e uma participação ativa dos estudantes em sala de aula (USP 2004), a disciplina objetiva discutir, planejar e validar estratégias diversificadas para o ensino de genética e evolução no ensino médio, com ênfase no uso da História da Biologia.

A disciplina, denominada "Estratégias para o ensino de Genética e Evolução no ensino médio", é oferecida no núcleo avançado do curso. O projeto pedagógico do curso, implantado em 2007, instituiu ingresso único e um Núcleo Básico, constituído exclusivamente de disciplinas obrigatórias que podem ser cumpridas em período de dois anos, seguido de um Núcleo Avançado, que pode ser concluído em outros dois anos, no período integral e quatro anos no período noturno. Nesta segunda etapa, quando o aluno opta por uma formação no bacharelado e/ou licenciatura, são oferecidas algumas disciplinas obrigatórias e todas as disciplinas optativas (IB-USP, 2007). Desse modo, a disciplina que serviu ao universo desta pesquisa é cursada por alunos de 3º e 4º ano do período integral.

No primeiro momento da disciplina são feitas leituras e discussões sobre alguns aspectos da natureza da ciência e sua relevância no ensino. Entre outros tópicos, a disciplina inclui episódios históricos como elementos de motivação e facilitação da aprendizagem de conceitos de evolução. Dois casos são abordados, a proposição da teoria evolutiva por Lamarck e por Darwin (Lamarck, 1984; Darwin, 1985; Martins, 1997) e alguns experimentos realizados por Charles Darwin, com sugestões de replicação em sala de aula (Darwin, 1985; Prestes, 2010; Silva, 2012).

Nesta apresentação, serão indicadas as opiniões dos alunos, coletadas no início e no final da disciplina, sobre alguns aspectos da natureza da ciência, particularmente, da demarcação do conhecimento científico na sua relação com as Artes e o senso comum. O instrumento de pesquisa utilizado foi o questionário VNOS-A, (Views of the Nature of Science, Form A), elaborado e validado por Norman Lederman e M. O'Malley (1990). Os temas acima referidos são abordados nas questões 4 e 6 do questionário, que contém outras 5 questões, todas abertas. O questionário foi traduzido ao português por esta pesquisadora.

A amostragem de casos, isto é, a decisão sobre quais pessoas entrevistar (Flick, 2009, p. 117) foi constituída pelos alunos que participaram em duas fases, o pré-teste, no primeiro dia do curso, e no pós-teste, na última aula do curso. Foram descartados os questionários respondidos em apenas uma das etapas (6 em 2010 e 5 em 2011). O número de respondentes selecionados para a pesquisa definiu-se, então, em 8 alunos (4 garotos e 4 garotas), para a turma de 2010, e em 13 alunos (4 garotos e 9 garotas), para a turma de 2011, de um total de 14 e 18 alunos matriculados, respectivamente. Todos os respondentes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

As respostas foram tratadas por meio da análise de conteúdo, segundo Laurence Bardin, por meio de construção de categorias. Foi executado um processo de categorização, isto é, uma "operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero, com os critérios definidos previamente" (Bardin, 2000, p. 117). As categorias foram criadas como classes que reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, ou segmentos de conteúdo a considerar como unidade de base). O critério de categorização adotado foi o semântico e foi realizado *a posteriori*, ou seja, foi construído a partir do conteúdo das respostas fornecidas às questões 4 e 6 do VNOS-A . Seguiu-se o processo estruturalista de categorização composto pela etapa inicial de inventário, na qual os elementos (semânticos) são isolados, e pela etapa subsequente de classificação, na qual os elementos são repartidos.

Foi buscado alcançar uma categorização que atendesse às cinco qualidades apontadas por Bardin para categorias "boas", a saber, a exclusão mútua, a homogeneidade, a pertinência, a objetividade e fidelidade e a produtividade (Bardin, 2000, p. 120).

Os resultados mostram alterações aquém do esperado nas opiniões dos alunos, embora indiquem certo aumento na precisão e sofisticação dos argumentos com que defendem seus pontos de vista. Por outro lado, a pesquisa possibilitou o redesenho do programa da disciplina, com a introdução de duas modificações mais importantes, a saber, a restrição a um número mais reduzido de aspectos da natureza da ciência, de modo a focalizar e aprofundar melhor os aspectos selecionados, e a abordagem desses aspectos de modo mais sistemático ao longo do curso, constituindo verdadeira linha condutora das discussões realizadas nas diferentes estratégias didáticas discutidas ao longo da disciplina.

Referências Bibliográficas:

ALLCHIN, Douglas. *Evaluating knowledge of the nature of (whole) science*. Disponível em: http://www.tc.umn.edu/~allch001/papers/Allchin-EvaluatingNOS-6may2010.pdf . Acesso em: 26 jun. 2010.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação.. *Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior*. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2002b.

DARWIN, Charles R. *A Origem das Espécies*. [1859] Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/EDUSP, 1985.

IB-USP. *Projeto Pedagógico. [do Curso de Ciências Biológicas, Habilitações Bacharelado e/ou Licenciatura, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo]*. São Paulo: IB-USP, 2007.

FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed/Bookman, 2009.

LAMARCK, Jean Baptiste. *Zoological Philosophy.*. [1809] Chicago: The University of Chicago Press, 1984.

LEDERMAN, Norman G. Nature of science: past, present, and future. Pp. 831-879, in: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (orgs.) *International Handbook of Science Education*. New York: Routledge, 2007.

LEDERMAN, Norma G.; O'MALLEY, M. Students' perceptions of tentativeness in science: development, use, and sources of change. *Science Education*, 74: 225-239, 1990.

MARTINS, Lilian A.-C. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. *Episteme*, 2 (3): 21-32, 1997.

PRESTES, Maria Elice B. Ficha do professor para o documentário Darwin's garden, TV Escola. São Paulo, 2010. Disponível em: http://tvescola.mec.gov.br/index.php Acesso em 05 mar. 2013.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SILVA, Tatiana T. da. O uso de experimentos históricos em sala de aula. In: DURBANO, João Paulo M. *A natureza da Ciência no Ensino: importância, pesquisa e aplicação*. Curitiba: Appris, 2013 (no prelo).

USP. *Programa de Formação de Professores – USP*. São Paulo: USP, 2004.

A importância da prática da dissecação para a gênese do fato "circulação do sangue no corpo humano": primeiras aproximações

Marilisa Bialvo Hoffmann
Doutoranda do Programa de pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC
marilisaufsc@gmail.com

Elizandro Maurício Brick
Doutorando do Programa de pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC

elizandromb@gmail.com

Resumo: Este estudo tem por objetivo discutir alguns dos condicionantes da gênese do fato científico "circulação do sangue no corpo humano", principalmente o papel *sui generis* que passou a ter a prática da dissecação na produção de conhecimento sobre movimento do sangue no corpo humano. A realização desse estudo se deu a partir de fontes historiográficas secundárias, com vias a propiciar uma primeira aproximação com o tema. É dado ênfase às mudanças das crenças e no novo modo de ver o corpo humano a partir da Renascença. Foi dado ênfase às transformações, a partir da desta época, das crenças e do modo de ver o corpo humano, bem como das práticas de dissecação condicionadas por aqueles. Identificou-se que os próprios valores associados ao surgimento da ciência moderna (medição, matematização, experimentação) foram determinantes para o surgimento da ideia de circulação do sangue no corpo humano. Assim, além da "circulação sanguínea", como fato científico, representar a coletividade da empreitada científica, também exemplifica o quanto esta não está asséptica dos conhecimentos, práticas e valores de cada época.

Este estudo tem por objetivo discutir alguns dos condicionantes da gênese do fato científico "circulação do sangue no corpo humano", principalmente o papel *sui generis* que passou a ter a prática da dissecação na produção de conhecimento sobre movimento do sangue no corpo humano. A realização desse estudo se deu a partir de fontes historiográficas secundárias, com vias a propiciar uma primeira aproximação com o tema. É dado ênfase às mudanças das crenças e no novo modo de ver o corpo humano a partir da Renascença.

A dissecação

Embora tenha se transformado ao longo da história, com significados muito distintos das atuais, a origem da prática da dissecação remonta a antiguidade. Mesmo na medicina grega arcaica, a dissecação de cadáveres não fazia parte do saber médico. Na concepção de Hipócrates, não havia espaço para dissecação devido à preocupação extrema com a dignidade do corpo (DeHart, 2000 apud Ortega, 2008). Assim, a morfologia interna do corpo humano era feita ou por deduções a partir de observação externa do corpo, ou a partir da morfologia animal, alimentada por dissecações e vivissecções de animais não humanos (Carlino, 1999).

É importante destacar que, segundo Porter (1999), desde os textos do século V a.C até o século XVII, o paradigma médico dominante estava influenciado pela Teoria dos Humores, que encontrou com Claudio Galeno a sua harmonização com as crenças cristãs. Os estudos anatômicos galênicos constituem o auge da produção de conhecimento sobre o corpo humano na época, mantendo-se como principal referência durante mais de um milênio (Delizoicov, N., 2002; Ortega, 2008). A vigência da perspectiva galênica é compreendida como um dos principais condicionantes que justifica o

parco uso da prática de dissecação durante a Idade Média e do uso meramente demonstrativo dessas práticas a partir do século XIII (Carlino, 1999), sendo o conhecimento do interior do corpo humano campo dos filósofos e apenas subsidiários aos estudos médicos.

Conforme Ortega (2008), dois argumentos básicos contra a dissecação precisaram ser superados para que esta voltasse a ser prática no Ocidente: 1) o horror, a fetidez e a repugnância associada ao cadáver, assim como a bestialidade e inumanidade da prática anatômica, que levou a qualificar os anatomistas de açougueiros; 2) o argumento da inutilidade da dissecação, dada a existência do paradigma galênico, que oferecia outras alternativas à esta prática.

Foi com Vesálio, no Renascimento, que a prática de dissecação de cadáveres teve seu ressurgimento como algo novo, atraindo assim a atenção da chamada "sociedade culta" (Soares; Terra, 2007). O corpo humano foi o centro das atenções da arte renascentista, lançando mão de técnicas matemáticas (geometria, proporcionalidade etc.) como recursos para que o corpo fosse representado de forma mais precisa e fiel, diferentemente da arte pré-renascentista influenciada pela contemplação. Dessa forma, artistas como Leonardo da Vinci, Andreas Mantegna, Albretch Dürer, Michelangelo e Raphael, entre outros, realizaram numerosos estudos baseados na dissecação de cadáveres humanos (Kruse, 2003). A "dessacralização" (Soares; Terra, 2007) do corpo e do mundo, influenciada fortemente pela concepção anatômica empírica e baseada na dissecação de cadáveres, cria um outro olhar sobre o ser humano (Coli, 2002).

Desta forma, as ilustrações anatômicas precisam ser entendidas como construção histórica, trazendo consigo as marcas complexas de seu contexto de produção. A dissecação anatômica e o desenvolvimento de tecnologias de visualização do corpo ganharam força principalmente nos séculos XVI e XVII, período em que, segundo Ortega (2008), instaurou-se a cultura de abertura do corpo humano como central na produção do conhecimento. Essa cultura, segundo Ortega (2008), caracteriza a racionalidade biomédica ocidental, já que em outras tradições, como a medicina chinesa, indiana ou árabe, a anatomia não constitui a fonte básica de conhecimento sobre o corpo.

O movimento do sangue no corpo humano

Segundo Porto (1994), o fígado era, na interpretação de Galeno, o órgão funcional principal de sua teoria sobre o movimento do sangue no corpo humano. No fígado a comida ingerida se transformava em sangue, que se movia para o seu exterior, formando toda a estrutura corporal: ossos, carnes, nervos, etc. Esse "movimento" seguia um misterioso fluxo, que mudava de direção várias vezes ao dia. Embora já se soubesse à época que o sangue se

movimentava - fluía do coração direito pra o esquerdo através de poros invisíveis (De Marco, 2003) - não foi formulada uma explicação mais completa a respeito. Porto (1994, p.24) enfatiza que "a teoria galênica caracterizava-se por ser puramente descritiva e qualitativa, sem nenhum esforço para medir essas qualidades. Os conceitos de tempo e número [...] eram absolutamente estranhos [para época]".

Como herança de Galeno acreditava-se, ainda na Renascença, que as veias não vinham do coração, mas sim do fígado, onde o sangue seria gerado. Do fígado o sangue fluía em direção a todas as partes do corpo, inclusive para o coração. As artérias tinham origem neste órgão, mas, em vez de sangue, por elas fluíam o "espírito vital"- uma mistura de pneuma (ou espírito dos pulmões), com sangue das veias, transformado pelo "calor inato" do coração. (Delizoicov, 2002).

O modo de pensar de Harvey, no auge do movimento renascentista, estava influenciado pelos mesmos condicionantes e valores relacionados ao surgimento da ciência moderna: a importância atribuída à medição, à quantificação e matematização (Delizoicov, N., 2002, Delizoicov; Auler, 2011). Algo inédito na história da medicina até aquele momento (Adler, 2006), pois mesmo que já em Vesálio tenha havido uma guinada histórico-epistemológica devido ao novo estatuto atribuído aos dados observados a partir da dissecação - no sentido de não apenas servirem para confirmação da teoria (de forma dogmática), mas também para colocá-la em suspensão (assumindo-se uma postura crítica em relação ao que estava posto) - essa nova apreensão a partir da dissecação ainda não propiciava explicações para o que se observava.

Foi com o uso de medições e da matematização, que Harvey forneceu uma nova perspectiva para o que seria considerado, a partir de então, como dois milênios de especulação: ele sabia que o ventrículo esquerdo do coração humano expelia cerca de 60g de sangue em cada contração; se o coração bate 72 vezes por minuto, em uma hora ejetaria aproximadamente 250 kg de sangue - três vezes a massa de um homem adulto. Dessa maneira, o fígado não tinha possibilidade de gerar mais do que toda a massa da pessoa em sangue em uma hora. Esse sangue todo não poderia estar sendo produzido tão rapidamente e, por consequência, ter uma trajetória radial de sentido único, do fígado para a periferia do corpo. Como esse sangue apenas poderia estar se movimentando dentro do corpo? Daí a ideia de circulação do sangue.

É importante levar em consideração que alguns conhecimentos já estavam disponíveis à época de Harvey, mesmo que ainda não correlacionados. A ação das válvulas na aorta e na artéria pulmonar, descrita por Galeno e reconhecida, dentre outros, por Mondino, Leonardo, Berengar e Vesálio e a pequena circulação, já havia sido descrita, por exemplo, por Serveto, Co-

lumbo e Ruini, mesmo não havendo, na época, ideia de suas funções reais (Delizoicov, N. 2002).

Mesmo Harvey sendo considerado "um gênio de sua época" (Adler, 2006), o caráter coletivo da produção do conhecimento científico pode ser reconhecido na identificação de distintos autores para os conhecimentos re-significados por Harvey. Também, devido aos condicionantes sócio-históricos para a realização de sua síntese explicativa sobre o movimento do sangue no corpo humano - intrinsecamente relacionado com os conhecimentos e com as inovações metodológicas instauradas em seu tempo. Além da "circulação sanguínea", como fato científico, representar a coletividade da empreitada científica, também exemplifica o quanto esta não está asséptica dos conhecimentos, práticas e valores de cada época.

Referências Bibliográficas:

ADLER, Robert. *Médicos revolucionários: de Hipócrates ao Genoma Humano*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006.

BERNAL, John Desmond. *Ciência na história*. Lisboa: Livros Horizonte, 1976.

CASTIGLIONI, A. *História da Medicina*. Volume 2. São Paulo: Nacional, 1947.

CARLINO, Andrea. Books of the body: anatomical ritual and Renaissance learning. Chicago: University of Chicago Press, 1999.

COLI, Jorge. O Fascínio de Frank Einstein. *Folha de São Paulo*. São Paulo, 02 jun. 2002. Caderno Mais!, p. 4-11. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs0206200204.htm>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2013.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. *Alexandria (UFSC)*, 4 (2): 01-27, 2011. Disponível em http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/Demetrio.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2013.

DELIZOICOV, Nadir. *O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino*. Florianópolis, 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina.

KRUSE, Maria Henriqueta L. *Os poderes dos corpos frios: das coisas que se ensinam às enfermeiras*. Porto Alegre, 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DE MARCO, Mario Alfredo. *A face humana da medicina: do modelo biomédico ao modelo biopsicossocial*. São Paulo: Caso do Psicólogo, 2003.

KRUSE, Maria Henriqueta L. Anatomia: a ordem do corpo. *Rev Bras Emferm*, 57 (1): 79-84, 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/reben/v57n1/a17v57n1.pdf>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2013.

ORTEGA, Francisco. O corpo transparente: para uma história cultural da visualização médica do corpo. Pp. 69-186, in: ORTEGA, Francisco. *O corpo Incerto: corporeidade, tecnologias médicas e cultura contemporânea*. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

PORTER, Roy. *The greatest benefit of mankind*. London: Fontana, 1999.

PORTO, Marco Antônio. A circulação do sangue, ou o movimento no conceito de movimento. *História, Ciências, Saúde- Manguinhos*, 11 (1): 19-34, 1994.

PRADE, Péricles. *Revoluções culturais: filosofia, ciência, tradições e letras*. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

SINGER, Charles. *Uma breve história da anatomia e fisiologia desde os gregos até Harvey* [1956]. Campinas: Editora da UNICAMP, 1996.

SOARES, Carmem. TERRA, Vinicius. Lições da Anatomia: Geografia do Olhar. Pp. 5- 15, in: SOARES, Carmen Lúcia. (org.). *Pesquisas sobre o corpo: ciências humanas e educação*. Campinas/SP: Autores Associados, 2007.

A ontogênese como máxima heurística: Schleiden, Goethe e as metamorfoses do empirismo racional

Maurício de Carvalho Ramos
Doutor em Filosofia, Professor Doutor
Departamento de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo
maucramos@gmail.com

Resumo: Tratarei nesta comunicação de certa metamorfose sofrida pelo conceito de morfologia na botânica alemã do século XIX, ocorrida graças à operação metódica do conceito de ontogênese como máxima heurística. Caracterizarei essa função associando os conceitos de *empirismo sutil* e de *indução racional* presentes nas investigações de J. W. von Goethe (1749 – 1732) e de M. J. Schleiden (1804 – 1881) e, a partir daí, proporei que tal função se expressa dialeticamente sob duas formas que designo como *tipogenética* e *tecnogenética*. Na primeira, um *tipo* integradamente ideal e fenomênico modifica-se naturalmente graças à ação de forças e leis ontogenéticas autônomas. Na segunda, estão presentes os mesmo componentes, mas sua autonomia é enfraquecida pela crença de que a plena inteligibilidade da morfologia depende da síntese artificial do próprio processo metamórfico. Por ser dialético, o contínuo histórico e conceitual no qual as duas formas ocorrem não admite a eliminação de uma em favor da outra. Schleiden propõe a indução racional, conceito tomado da filosofia de Fries, como fundamento

de uma botânica científica que envolve experimentação e fundamentação físico-química. Em Goethe, a morfologia vegetal baseia-se em um empirismo racional em que uma experiência não manipulativa da natureza pode fundamentar um conhecimento objetivo da ontogênese das plantas. Desenvolvendo e comparando essas duas expressões, espero mostrar que elas são variantes de uma noção de ontogênese que operou, entre os temas e conceitos mencionados, como um importante princípio heurístico relativamente constante.

Tratarei nesta comunicação de certa metamorfose sofrida pelo conceito de morfologia na botânica alemã do século XIX, ocorrida em virtude da operação metódica do conceito de ontogênese como máxima dotada de uma função heurística. Caracterizarei essa função associando os conceitos de *empirismo sutil* e de *indução racional* presentes nas investigações de J. W. von Goethe (1749 – 1732) e de M. J. Schleiden (1804 – 1881). Não sendo inteligível a partir do antagonismo que conduz à mútua exclusão das dimensões tipológico-idealista e experimental-empirista da morfologia vegetal, tal metamorfose é mais bem entendida como um processo contínuo no qual se expressam dialeticamente duas formas que concebo como *tipogenética* e *tecnogenética*. Elas seriam variações de um componente genético comum que é diversamente determinado pela referida função heurística.

Na expressão tipogenética, uma forma ou tipo integradamente ideal e fenomênico modifica-se naturalmente graças à ação de forças, "campos", leis e princípios ontogenéticos que devem possuir considerável autonomia e prioridade como entidades naturais, fenomênicas e conceituais. Na expressão tecnogenética, os mesmos componentes estão presentes, mas a referida autonomia é enfraquecida pela crença de que a plena inteligibilidade da morfologia depende da síntese artificial do próprio processo metamórfico. Por ser dialético, o contínuo histórico e conceitual no qual as duas formas ocorrem também não admite a eliminação de uma em favor da outra. Assim, o aspecto tipológico mantém sua presença oscilando entre um componente morfológico cujo dinamismo possui certa internalidade que o torna especificamente orgânico, vital e "gestáltico", e um componente cujo dinamismo está fundado nas forças e leis físicas e químicas mais gerais da natureza que, relativamente aos fenômenos morfológicos específicos, são *externas* e não se deixam capturar por processos e conceitos do primeiro tipo; poderíamos dizer que se trata da oscilação, sem ruptura, entre um tipo orgânico e um tipo mecânico. Já o aspecto tecnológico da morfologia, apresenta-se na continuidade entre experiência, experimentação e imitação dos fenômenos morfogenéticos. Eles representam diferentes expressões da interferência artificial humana na produção material dos fenômenos e na criação dos conceitos que os tornam inteligíveis. A função heurística do conceito de ontogênese é o solo metódico e conceitual que sustenta todas essas oscilações. Enquanto ele estiver historicamente em vigor, manterá firme a conti-

nuidade de uma ampla racionalidade especificamente morfológica. Por fim, à oscilação das formas tipogenética e tecnogenética corresponde a oscilação da própria função heurística da ontogênese como uma indução racional que comporta, em diferentes graus e expressões, tanto a referida empiria "delicada" "experiencial" e não intervencionista da morfologia de tipo goetheano, quanto a empiria marcadamente experimental e fundada na físico-química da morfologia de tipo schleideniano.

Tal como fiz em um estudo anterior sobre a célula vegetal de Schleiden comparada ao animal gástrico de R. E. Grant (1793 – 1874) (Ramos, 2012b), tomarei como início genético deste estudo a avaliação que E. Cassirer faz da crítica de J. von Sachs (1832 – 1897) com relação ao papel metódico que Schleiden atribui, nos *Princípios de botânica científica*, à indução como fundamento da botânica (Cassirer, 1974, p. 157). Nessa obra, segundo Cassirer, o autor defende que uma botânica verdadeiramente científica deve produzir conhecimentos tão objetivos como os da física e da química, não se reduzindo, apesar de sua importância, a uma botânica predominantemente descritiva e classificatória (Schleiden, 1849, 124-6). Porém, essa desejada objetividade não advém da adoção de um método empírico indutivo e experimental "padrão". Ela decorre da utilização da *indução racional*, conceito que Schleiden incorporou em seu método científico a partir do estreito contato com a filosofia de J. F. Fries (1773 – 1843) (Jahn, 1991). Tal forma de indução aparece no contexto da dificuldade de relacionar a experiência intersubjetiva com os juízos sintéticos *a priori* kantianos (Wright, 1965, p. 29-30). Vejo aqui a oscilação da dimensão tipológica da ontogênese expressa como tensão entre um *tipo genérico* taxonômico imutável e um *tipo genético* metamórfico dinâmico. Essa tensão aparece na aludida crítica de Sachs, para quem a utilização que Schleiden faz da história do desenvolvimento (ontogênese) como máxima no sentido kantiano é supérflua. Tal história poderia advir "naturalmente e por si mesma" de uma investigação indutiva empírica (Sachs, 1890, p. 189-90). Essa mesma posição é consistente com a crítica de Sachs a H. Vötchting (1847 – 1917), já que este teria utilizado misteriosos fatores morfológicos, como a *polaridade*, para explicar a formação de novos órgãos vegetais (Maltzahn, 1971, p. 311-3; Bopp, 1996, p. 90). Penso que há aqui, metodicamente, a percepção de uma ligação entre a superfluidade da utilização de máximas kantianas e a adoção desses fatores ocultos que a construção de uma botânica científica deve eliminar. É no bojo desse tema que aparece a relação do empirismo sutil goetheano com a indução racional.

Uma chave para o significado da tensão dialética entre as morfologias tipogenética e tecnogenética pode ser encontrada nesta célebre passagem do *Urfaust*: "Quem quer reconhecer e descrever o que está vivo/Tem antes de atrair o espírito para fora,/Aí terá as partes nas mãos/Mas, infelizmente,

faltará ainda o vínculo espiritual./A química chama isso de *encheiresin naturae*!/Faz-se burra e não sabe como" (Goethe, 2001, p. 95). Temos aqui, simbolicamente, uma análise do vivo que elimina o espírito ativo que lhe confere individualidade e totalidade. A química concebe o espírito como uma força natural *manipuladora* (*encheiresis naturae*) e estupidamente crê-se capaz de sintetizar o vivo por uma análoga manipulação artificial; mas, isso é impossível, pois ela nada sabe sobre a natureza do espírito perdido no processo. O que aqui é simbolicamente dito sobre a química pode ser aplicado, tal como indica a referida avaliação de Cassirer, à morfologia vegetal (1974, p. 159). O estudo da fitogênese por meio da redução às partes constituintes da planta, da experimentação e, por fim, da produção artificial de órgãos, tecidos e células não conduz a um conhecimento verdadeiro e real do mundo vegetal. Isso pode e deve ser superado por uma investigação *plenamente empírica*, capaz de *observar*, sem destruir, a ação desse vínculo espiritual na forma de uma planta-tipo metamórfica: "existe um empirismo sutil que faz a si mesmo totalmente idêntico ao objeto, tornando-se, assim, em verdadeira teoria" (Goethe, apud Zajonc, 1998, p. 24). Por meio desse empirismo, podemos seguir, desde a semente, as metamorfoses externas da planta "sem a presunção de querer descobrir os primeiros móbiles das ações da Natureza, para a manifestação das forças pelas quais a planta transforma pouco a pouco um e o mesmo órgão" (Goethe, 1993, p. 50-1). Trata-se de uma ciência em que "a teoria se constitui pela concentração nos pormenores concretos dos objetos [...] [e] se desenvolve a partir da intuição das imagens originárias" (Molder, 1993, p. 9). A intuição dessas formas primordiais baseia-se na observação direta de formas sensíveis por uma percepção disciplinada, capaz de tornar a satisfação estética da contemplação da beleza como base *objetiva* da investigação científica (Steigerwald, 2002, p. 202). Nessa singular investigação, as formas ou essências das coisas são apreendidas "na medida em que conseguirmos recolher uma imagem sinóptica das formas manifestadas", o que é possível, pois "a verdadeira realidade de uma coisa exprime-se e, ao exprimir-se, mostra-se, desenvolvendo-se a si própria, quer dizer, a verdadeira realidade de uma coisa aparece" (Molder, 1993, p. 18). A planta-tipo é uma forma dinâmica que manifesta fisiognomicamente a exteriorização de duas tendências da força vital: "através do *crescimento*, produzindo caules e folhas" e "da *reprodução* que se realiza pela estruturação da flor e do fruto" (Goethe, 1993, p. 57). Com o olhar educado, o naturalista não precisa se tornar manipulador da natureza, podendo observar diretamente a manipulação natural do espírito na geração das formas vegetais.

Desenvolvendo e comparando essas duas expressões, espero mostrar que a noção de ontogênese como máxima heurística manteve-se operante de

modo contínuo no intervalo histórico e epistemológico que contém as ideias, conceitos e práticas acima expostas.

Referências Bibliográficas:

BOPP, M. The origin of developmental physiology of plants in Germany. *International Journal of Developmental Biology*, 40: 89-2, 1996,

CASSIRER, E. *The problem of knowledge: philosophy, science and history since Hegel*. New Haven/London: Yale University Press, 1974.

JAHN, I. The influence of Jakob Friedrich Fries on Mathias Schleiden. Pp. 357-65, in: WOORDWAR, W. R. & COHEN, S. *Worldviews and scientific discipline formation: science studies in the Germany democratic republic*. Dordrech: Kluwer Academic Publishers, 1991.

GOETHE, G. W. von. *Fausto zero*. Trad. de C. Röhrig. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.

———. *A metamorfose das plantas.* Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 1993.

MALTZAHN, K. E. New formation of organs in plants: the foundation of plant morphogenesis. *Journal of the History of Biology*, *4* (2): 307-317, 1971.

MOLDER, M. F. *Introdução*. Pp. 4-15, in: GOETHE, G. W. *A metamorfose das plantas.* Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 1993.

RAMOS, M. de C. Metamorfoses temáticas, conceituais e emblemáticas: a construção de um método epistemológico histórico morfológico. *Intelligere*. 2013 (no prelo).

———. Morfologia genética em Schleiden e Grant: a célula vegetal e o animal elementar. *Aurora*. 2012ª (no prelo).

———. O conceito de mônada orgânica. *Metatheoria*. 2012b (no prelo).

———. The organic monadology in Maupertuis. *Isis*. 2012c (no prelo).

SCHLEIDEN, M. J. *Principles of scientific botany or botany as an inductive science*. London: Longman, Brown, Green and Longmans, 1849.

SACHS, J. von. *History of botany (1530 – 1860)*. London: Clarendon Press, 1890.

WRIGHT, G. H. von. *The logical problem of induction.* New York: Barnes & Noble, 1965.

ZAJONC, A. Goethe and the science of his time: an historical introduction. Pp. 15-30, in: SEAMON, D. & A. ZAJONC (eds.). *Goethe's way of science: a phenomenology of nature*. New York: State University of New York Press, 1998.

Searle sobre a identidade dos poderes causais do cérebro e da consciência

Maxwell Morais de Lima Filho
Doutorando em Filosofia pela Universidade Federal do Ceará e Professor Assistente do Instituto de Ciências Humanas, Comunicação e Artes da Universidade Federal de Alagoas.
max.biophilo@gmail.com

Resumo: De acordo com Searle, os fenômenos mentais são causados e realizados no sistema nervoso, o que implica a redução *causal* daqueles fenômenos aos processos neurobiológicos subjacentes. Uma importante consequência da redução causal é que os fenômenos mentais não possuem quaisquer poderes causais além dos apresentados pelos processos neurofisiológicos. Entretanto, seria bastante problemático interpretar esta concepção como uma *identidade* entre os poderes causais dos dois níveis, pois isso implicaria que o mental (macronível) é ontologicamente redutível ao neurobiológico (micronível). Como Searle defende enfaticamente a tese da irredutibilidade *ontológica* do mental, pretendo mostrar que ou ele rearticula sua concepção sobre os poderes causais do cérebro e da consciência ou ele cai em uma inconsistência teórica.

De acordo com o *naturalismo biológico* proposto por John Searle (1983, p. 264; 1992, p. 1), os fenômenos mentais conscientes são causados e realizados no sistema nervoso, o que implica a redução *causal* daqueles fenômenos aos processos neurobiológicos subjacentes (Searle, 1992, p. 115; 2004, p. 113). Uma importante consequência da redução causal é que os fenômenos mentais não possuem quaisquer poderes causais além dos apresentados pelos processos neurofisiológicos: "os poderes causais da consciência são exatamente os mesmos do substrato neuronal" (Searle, 2004, pp. 127-8).

A relação causal entre os processos fisiológicos e os fenômenos mentais defendida por Searle pode ser esquematizada da seguinte maneira:

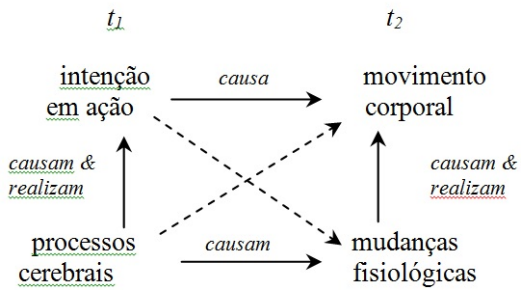


Fig. 1. Causação mente-corpo. **Fonte:** Adaptado de Searle, 2002, p. 374.

As linhas diagonais correspondem ao fato de que é perfeitamente correto dizer que a intenção causa mudanças fisiológicas e que as descargas neuronais causam o movimento corporal (Searle, 1983, p. 270). O problema é que, quando se leva essas afirmações em consideração, o resultado parece ser uma asserção de *identidade* entre o fenômeno mental subjetivo e o processo cerebral objetivo (a aceitação dessa causação entre os níveis – representada pelas linhas diagonais – e o fato de os fenômenos em cada nível de descrição existirem *simultaneamente* – nos tempos t_1 e t_2 – sugere essa identidade).

Entretanto, seria bastante problemático interpretar esta concepção como uma identidade entre os poderes causais dos dois níveis, pois isso implicaria, a contragosto de Searle, que o mental (macronível) é ontologicamente redutível ao neurobiológico (micronível). Devido à estreita relação entre os poderes causais do cérebro e da consciência, fica claro que "não estamos falando sobre duas entidades diferentes, mas sobre o mesmo sistema em diferentes níveis" (Searle, 2004, p. 128), o que pode ser interpretado como uma asserção de identidade entre a atividade cerebral e os fenômenos mentais. Todavia, apesar de aceitar a redução causal, Searle recusa a redução ontológica das propriedades subjetivas às propriedades objetivas (Searle, 1992, p. 117; 2004, p. 119), recusa baseada em uma *não-identidade* de tipos entre a consciência (âmbito de propriedades *subjetivas*) e a atividade do cérebro (âmbito de propriedades *objetivas*).

Uma possível saída para essa aparente contradição se encontra na tese da *realização* dos fenômenos mentais no sistema cerebral, pois o modo como Searle concebe essa realização é o das *propriedades sistêmicas*: os fenômenos mentais seriam realizados pelo sistema cerebral no sentido de que tais fenômenos seriam propriedades instanciadas por partes do sistema cerebral dotadas da devida complexidade (Searle, 1992, p. 111). No nível das sinapses e dos neurônios seria impossível encontrar estados de consciência como sensações, percepções, crenças ou desejos, de modo que tais fenômenos mentais não poderiam ser idênticos às propriedades encontradas no nível micro (processos cerebrais). Sendo assim, para o naturalismo biológico, os fenômenos mentais conscientes seriam propriedades de *tipo* diferente das propriedades neurobiológicas no nível dos elementos do sistema, ainda que estes diferentes tipos de propriedades estejam *fortemente conectados*. Em algumas passagens de seus livros sobre filosofia da mente, Searle (1992, p. 124; 2004, p. 148) descreve essa conexão por meio do conceito de superveniência, embora prefira o conceito de causação.

Porém, mesmo se o naturalismo biológico é interpretado dessa maneira, em que a identidade entre consciência (nível macro) e atividade cerebral (nível micro) é evitada, a teoria permanece em dificuldades, pois o modo

como Searle concebe as capacidades causais da consciência não é tão facilmente harmonizável com a irredutibilidade ontológica (pois parece conduzir a um *reducionismo*). Ao defender que a consciência é, a um só tempo, causalmente redutível e ontologicamente irredutível aos processos cerebrais, Searle parece estar tentando articular uma forma de fisicalismo não-redutivo, concepção da mente que, a partir da influência de Hilary Putnam, Jerry Fodor e Donald Davidson, se tornou muito difundida na filosofia da mente desde o final dos anos de 1960 (Kim, 1993, p. 310; Schlosser, 2009, p. 73). Em outras palavras, ao combinar a irredutibilidade ontológica da consciência com algum tipo de relação de dependência entre ela e o cérebro, Searle parece estar tentando permanecer no território do fisicalismo sem cair no extremo do reducionismo.

O objetivo do presente trabalho é esclarecer, de modo mais detalhado, essa incompatibilidade entre a redução causal e a irredutibilidade ontológica e mostrar que a concepção de Searle sobre os poderes causais do cérebro e da consciência precisa ser rearticulada, pois ela pode levar a um reducionismo inconsistente com o próprio naturalismo biológico. Com o intuito de alcançar o referido objetivo, examinarei inicialmente a concepção de causação mental no naturalismo biológico para, por fim, argumentar que Searle deveria pensar a relação entre as capacidades causais da atividade do cérebro e da consciência em termos *mais flexíveis* do que os de uma identidade, caso não queira cair em uma inconsistência teórica.

Referências Bibliográficas:

KIM, Jaegwon. *Supervenience and mind: selected philosophical essays*. Cambridge UK: Cambridge University Press, 1993.

SCHLOSSER, Markus. Nonreductive physicalism, mental causation, and the nature of actions. Pp. 73-89, in: HIEKE, Alexander; LEITGEB, Hannes (eds.). *Reduction: between the mind and the brain*. Frankfurt: Verlag, 2009.

SEARLE, John. *Intentionality: an essay in the Philosophy of Mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

———. *Intencionalidade*. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

———. *The rediscovery of the mind*. Cambridge Mass., London: MIT Press, 1992.

———. *Mind: a brief introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

Brocchi, Darwin, Mendel and the Vatican: species stability, hibridism, transmutation and an amazing historical irony

Nelio Bizzo

Doutor em Educação, docente da FE-USP (SP)
bizzo@usp.br

Paulo Sano
Doutor em Botânica, docente do IB-USP (SP)
ptsano@usp.br

Resumo: Os experimentos de Mendel com ervilhas são parte da educação básica de jovens em todo o mundo, a partir de um enfoque histórico. No entanto, a teorização atribuída ao monge austríaco projeta intentos que ele absolutamente não possuía, na forma de objetivos, criação de terminologia e teorizações que não podem ser encontrados em seus escritos. As conhecidas cartas trocadas com o famoso professor de botânica da Universidade de Munique, Näegeli, revelam detalhes pouco valorizados, como o questionamento da constância da descendência das plantas domesticadas estudadas, e a recomendação de trabalho com espécies nativas, com descendência reconhecidamente constante, pertencentes ao gênero *Hieracium*. No entanto, a bibliografia não registra estudos sobre a relação dos experimentos de Mendel com as recomendações da Pontifícia Academia de Religião Católica no mesmo período, e demais documentos papais aos quais os agostinianos obviamente deveriam observar rigorosa obediência. Discute-se a origem da terminologia genética que lhe é atribuída, com consequências diretas para o desenho de sequências didáticas, e os objetivos de um programa de pesquisa envolvendo cruzamentos tidos como interespecíficos, que apontam para metas muito diversas das costumeiramente apontadas. Por fim, são apresentados resultados recentes da pesquisa biotecnológica, que passou a valorizar muito a genética da apomixia, o fenômeno que perturbou os experimentos com os cruzamentos com as diversas espécies de *Hieracium*, e que revelou uma surpreendente ironia histórica.

A questão do interesse de Mendel pela questão da evolução é admitida amplamente hoje em dia, mesmo se não existe consenso sobre as opiniões do religioso austríaco em relação a Charles Darwin (Fairbanks and Rytting, 2008). É certo que ele operava no contexto dos hibridistas de seu tempo, como Karl Friedrich von Gärtner (1772-1850), e não pensava estar trabalhando com diferentes caracteres de uma mesma espécie. Ele acreditava ter selecionado um grupo de espécies do gênero *Pisum* – *P. quadratum P. saccharatum*, e *P. umbellatum* – almejando generalizar suas conclusões para muito além delas. É verdade que ele chegou a discutir se essas três espécies formavam apenas variedades de *P. sativum*, mas concluía que isso não modificaria em nada o problema mais geral que investigava. Escreveu ele:

> As posições que lhes possam ser dadas num sistema de classificação apresentam, no entanto, pouquíssima importância para os fins das experiências em questão. Até agora, não foi possível traçar um limite preciso entre as espécies e as variedades, assim como entre os híbridos das espécies e os das variedades. (Mendel, 1866, *apud* Freire-Maia, 1995, p. 56)

No mesmo trabalho, estão relatados os resultados com "espécies" de feijão: *Phaseolus vulgaris*, *P. nanus*, e *P. multiflorus*. Neste caso, porém, os híbridos não tinham a mesma fertilidade daqueles de ervilhas e os experimentos não tiveram o mesmo sucesso. Essa era a razão de a escolha do grupo de espécies para o experimento ser muito difícil, devendo atender a três condições: descendência constante, proteção natural contra polinização cruzada e boa fertilidade dos híbridos e seus descendentes. Ele produziu híbridos que deveriam ser perfeitamente férteis, a fim de ter sua descendência estudada. Não surpreende que ele tenha visto que, assim, era possível resgatar as formas parentais originais, sem nenhuma marca de modificação em relação às "espécies" originalmente empregadas. Afinal, escreveu ele que, após muitos anos de experimentos, "formas de transição nunca foram observadas".

Mendel termina seu trabalho de 1865 discutindo justamente a possibilidade de uma "história do desenvolvimento" ("Entwicklungsgeschichte[10]"), no sentido de formação ("Fortbildung") e transformação ("Umwandlung") de espécies, colocando em dúvida as conclusões da estabilidade dos híbridos, tidos como "novas espécies" por outros hibridizadores, citando J.G. Kölreuter (1733-1806) e Gärtner, autores muito estudados também por Darwin. Ele coloca em dúvida as conclusões de que era impossível reverter às espécies iniciais na hibridização, mencionando as combinações matemáticas necessárias, que apontariam para números enormes, apenas considerando sete pares de caracteres (ou seja, em experimentos de heptahibridismo).

Mendel encaminhou seu trabalho de 1866 ao suíço Carl Nägeli (1817-1891), prestigioso professor de Botânica na Universidade de Munique e diretor do Jardim Botânico daquela instituição, com quem manteve correspondência de 1866 a 1873. Na primeira carta, lhe encaminha cópia de seu trabalho apresentado no ano anterior, com *Pisum* e *Phaseolus*, comentando sua discordância com Gärtner,o qual não teria descrito objetivamente os cruzamentos, com as mesmas plantas, nem seus resultados, resumindo em frases como "Alguns indivíduos demonstraram semelhança com a forma paterna, outros com a materna". Na resposta, Nägeli lhe pedia sementes das plantas que utilizara, demonstrando ter uma hipótese implícita, qual fosse, a de que os resultados seriam uma particularidade das plantas domesticadas utilizadas, ou, ainda pior, falta de cuidado ao planejar ou colher os dados – hipótese que ocorreu imediatamente a Darwin na primeira vez que tomou conhecimento deles.

Demonstrando sua discordância com as conclusões de Mendel, Nägeli lhe dizia que o "tratamento numérico" não deveria ser considerado "racio-

[10] De acordo com Fairbanks and Rytting, 2008 (p. 292) as traduções inglesas adotaram a tradução "evolution" e "evolutionary history".

nal", uma vez que não poderia perceber nenhum paralelo com fenômenos biológicos conhecidos. E, já de início, dizia duvidar da constância da progênie das variedades "puras". Ele não sabia que Mendel tinha mantido por dois anos as variedades escolhidas de ervilhas se reproduzindo apenas por autopolinização, observando a uniformidade de sua descendência. Em outras palavras, Mendel tinha certeza da "pureza" das sementes que produzia.

Ao enviar seu trabalho, Mendel contava os planos de expandir os experimentos e realizar testes com outras plantas dos gêneros *Hieracium, Cirsium* e *Geum*. Pediu a opinião desse cientista famoso à época sobre o uso de outras plantas. Nägeli conhecia bem o gênero *Hieracium* sp, que contava com diversas espécies facilmente distinguíveis, mas adiantava que "com essas formas serão encontrados resultados notavelmente diversos (em relação aos caracteres hereditários)".

Hoje se sabe que essa planta pode produzir sementes sem a ocorrência de fecundação, gerando embriões geneticamente idênticos à forma materna. Essa era a razão de Mendel não conseguir repetir os resultados das ervilhas: seus "híbridos" de *Hieracium*, na verdade, eram clones da planta mãe! Isso explicava o fato de F1 e F2 serem exatamente iguais à forma materna.

Mendel menciona Darwin em quatro passagens bem conhecidas: além de seu trabalho sobre *Hieracium*, outras três vezes ocorrem nas cartas a Näegeli. Em uma mesma carta ele discorda de Darwin em relação à necessidade de muitos grãos de pólen para fecundar um único óvulo e discorda das descrições feitas por Darwin em seu livro de 1868 ("Variations...") das formas híbridas de *Matthiola*, *Zea* e *Mirabilis*, que ele afirma se comportarem de acordo com *Pisum* (carta de 3/VII/1870). Na outra menção (carta de 27/IX/1870), ele retoma o relato de experimentos com *Mirabilis*, reafirmando o padrão *Pisum*, no qual os caracteres parentais reaparecem na segunda geração com toda "pureza", o que contradiz evidentemente a ideia das gêmulas de Darwin exposta em seu livro de 1868.

O seguimento dos experimentos de Mendel foi inviabilizado, segundo ele próprio relata a Näegeli, por sua promoção na hierarquia do monastério, ocorrida em 1868, adquirindo novos encargos administrativos. No entanto, a apresentação de um padre católico agostiniano realizando experimentos científicos sem observar nenhum constrangimento por parte das autoridades do Vaticano não é compatível com seu sucesso eclesiástico. A Igreja Católica tinha iniciado o século XIX sob intenso ataque do Iluminismo, negociando com Napoleão direta e literalmente sua sobrevivência. Isso tinha envolvido, entre outras iniciativas, a criação de uma academia especificamente talhada para escrutinar os trabalhos científicos, em especial os franceses, buscando um alinhamento perfeito e literal com as Escrituras.

A geologia moderna foi combatida de maneira direta e severa pela Academia de Religião Católica, fundada em 1801. Anotações pessoais de geó-

logos contemporâneos, como Giambattista Brocchi, documentam o intenso combate que sofriam do Vaticano, pelo menos desde 1821 (Ciancio, 1995). No centenário da morte de Mendel, em cerimônia em 10 de março de 1984, no Vaticano, reunindo o Pontifício Conselho de Cultura, a Ordem Agostiniana e o Instituto Mendel de Roma, o Papa João Paulo II registrou a estrita obediência dos votos de ordenação: "A exemplo de seu mestre, Santo Agostinho, seguindo a própria vocação pessoal, Gregório Mendel, na observação da natureza e na contemplação do seu Autor (...)" (Freire-Maia, 1995, p. 50).

Os resultados com *Hieracium* se deviam a uma forma de reprodução assexual denominada apomixia. Conhecem-se cerca de 300 espécies de 35 famílias de angiospermas que se reproduzem dessa forma; a maioria é formada por plantas poliploides, geralmente tetraploides, enquanto as plantas com reprodução sexual são diploides, e é mais comum em plantas cultivadas, como cítricos, mangas, etc. Trata-se de um processo que ocorre apenas na parte feminina da flor (ovário), no qual o gametófito feminino se desenvolve independentemente da meiose e o embrião se desenvolve sem ocorrer fecundação do gameta feminino. Ali, a meiose não se completa, e a oosfera produzida tem apenas os cromossomos maternos, em mesmo número, sem a característica divisão reducional. Assim, não ocorre a fusão de gametas masculino e feminino, e o desenvolvimento do embrião é autônomo.

As sementes resultantes do processo são viáveis, gerando plantas geneticamente idênticas à planta mãe. Mas nem Mendel nem Näegeli sabiam dessa particularidade reprodutiva das espécies de *Hieracium*. Eles tinham valorizado a absoluta uniformidade da progênie das plantas obtidas de sementes de uma única planta-mãe, tomando-a como "pureza" a qualificar aquele gênero para as experiências de produção de híbridos. Esse é justamente um dos indícios que atualmente são utilizados para detectar plantas que se reproduzem assexualmente por meio de apomixia!

Carl Näegeli, mesmo tendo seu trabalho reconhecido em diversas áreas da microscopia e da botânica, perdera uma grande oportunidade na história da ciência. E, como que por ironia, estudos recentes sugerem que a apomixia, que tanto perturbou os trabalhos de Mendel, tem herança dominante e ligada a um único loco gênico, ou seja, é transmitida exatamente seguindo o que Mendel tinha encontrado com as ervilhas!

Referências Bibliográficas:

CARNEIRO, V.T.C e D.M.A. Dusi. Apomixia: em busca de tecnologias de clonagem de plantas por sementes. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento* 25 (2): 36-42, 2002. Disponível em: <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio25/apomixia.pdf>. Acesso em 29 de março de 2013.

CIANCIO, L. *Autopsie della Terra, Illuminismo e geologia in Alberto Fortis (1741–1803)*. Firenze: Olschki, 1995.

Fairbanks, D. J. and Bryce Rytting. Mendelian Controversies: A Botanical and Historical Review. Pp. 264-301, in: FRANKLIN, A. *et al*. (orgs.) *Ending the Mendel-Fisher Controversy*. Pittsbirgh: Univ Pittsburgh Press, 2008.

———. Mendelian Controversies: An update. Pp. 303-312, in: FRANKLIN, A. *et al*. (orgs.). *Ending the Mendel-Fisher controversy*. Pittsbirgh: Univ Pittsburgh Press, 2008.

FREIRE-MAIA, N. *Gregor Mendel, vida e obra*. S. Paulo: T.A. Queiróz Editor (1995).

MAWER, SIMON. *Gregor Mendel: planting the seeds of genetics*. Singapore: Harry Abrams Inc., 2006.

MENDEL, G. *Letters to Nägeli*. Material disponível em: http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/holdings/b/birth.pdf

———. *Versuche über Pflanzenhybriden*. Disponível em: http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d08_mend/mendel.htm. Acesso em 30 de março de 2013.

———. *Ueber einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieracium-bastarde*. Disponível em: http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d08_mend/mendel.htm. Acesso em 30 de março de 2013.

SCHWARTZ, J. *In pursuit of the gene: from Darwin to DNA*. Cambridge, Ma: Harvard University Press, 2008.

O ensino da teoria evolucionista na perspectiva dos professores de ciências da rede adventista de ensino

Priscila Prazeres Clementino
Pedagoga, Faculdade Adventista da Bahia (FADBA)
pri.prazeres@hotmail.com

Wellington Gil Rodrigues
Doutorando em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA), Professor de Ciência e Religião, Universidade Adventista da Bahia (FADBA)
wellgil2000@hotmail.com

Resumo: O confronto entre criacionismo e evolucionismo tem batido às portas das escolas e adentrado às salas de aulas, e muitos professores têm enfrentado dificuldades ao tentarem apresentar em suas aulas de ciências os assuntos referentes a origem diversidade de formas de vida em nosso planeta. O problema que guia a nossa pesquisa é: Como os professores de ciências da rede adventista entendem os

conceitos da teoria evolucionista e quais estratégias eles utilizam para articular o ensino da teoria evolucionista com os pressupostos religiosos da rede Adventista? O estudo adotou uma abordagem qualitativa. A pesquisa foi desenvolvida nas escolas da rede adventista de ensino que estão localizadas nas cidades de Salvador e Cachoeira, BA. Do grupo de docentes dessa rede, foram selecionados sete professores de Ciências que têm formação em Ciências e são membros da Igreja Adventista do Sétimo Dia. A técnica utilizada para a coleta de dados foram entrevistas, as quais foram gravadas e, em seguida, transcritas para uma análise de conteúdo. Percebemos que os maiores problemas enfrentados pelos professores criacionistas no ensino de evolução são o conflito com suas crenças e a falta de conhecimento conceitual e de estratégias para abordar a teoria evolucionista, daí isso faz com que o conteúdo do ensino de evolução tenda a ser abordado a partir de uma perspectiva teológica/religiosa/criacionista, a qual geralmente apresenta críticas a seu modelo explicativo.

O confronto entre criacionismo e evolucionismo em torno das origens da humanidade tem sido uma preocupação não só para cientistas e religiosos, mas também para estudiosos de outras áreas. Essa controvérsia tem batido às portas das escolas e adentrado às salas de aulas, e muitos professores têm enfrentado dificuldades ao tentarem apresentar em suas aulas de ciências os assuntos referentes à origem do universo, da origem da espécie humana e da origem diversidade de formas de vida em nosso planeta. Na escola, é sempre um desafio para o professor ensinar ciências sem entrar em conflito com os dogmas da fé religiosa, tanto com a fé dos alunos quanto a sua própria. Se já é um desafio para o professor de ciências tenta equilibrar o ensino de ciências com a fé pessoal do aluno e do próprio professor, o que dizer do professor de ciências criacionista que trabalha em uma institucional confessional cristã que mantem uma perspectiva criacionista sobre as origens da humanidade!

Esse é o caso da rede adventista de ensino, a qual está fundamentada em uma filosofia educacional religiosa para a qual Deus é o Criador de todo o universo e por isso mesmo tenta manter um equilíbrio entre a educação religiosa e a secular. Nesse sentido, o problema que guia a nossa pesquisa é: Como os professores de ciências da rede Adventista entendem os conceitos da teoria evolucionista e quais estratégias eles utilizam para articular o ensino da teoria evolucionista com os pressupostos religiosos da rede Adventista? Esse tem como objetivo geral: investigar as concepções teóricas dos professores de ciências da rede adventista sobre o ensino da teoria evolucionista.

O estudo adotou uma abordagem qualitativa. A amostragem foi escolhida a partir de alguns critérios: ser professor da rede adventista de ensino; lecionar a disciplina de ciências; professar a religião adventista. A pesquisa foi desenvolvida nas escolas da rede adventista de ensino que estão localizadas nas cidades de Salvador e Cachoeira, BA. Do grupo de docentes dessa

rede, foram selecionados sete professores de Ciências que têm formação em Ciências e são membros da Igreja Adventista do Sétimo Dia. A técnica utilizada para a coleta de dados foi a entrevista, as quais foram gravadas e, em seguida, transcritas para uma análise de conteúdo. As respostas foram classificadas em categorias e subcategorias, a depender do assunto de que tratava e em seguida, os dados foram explorados à luz da teoria.

Este trabalho está estruturado em quatro seções. Na primeira seção é apresentado os tipos de relação entre ciência e religião na visão de alguns autores; O problema da polêmica entre criacionismo e evolucionismo nas escolas; O conceito de evolução na visão de Futuyma (2002), Darwin (2009) e Dawkins (2009); Os problemas do evolucionismo na perspectiva criacionista e os tipos de evolucionismo sob a perspectiva de alguns autores.

Na segunda seção, encontra-se a explanação da parte empírica da pesquisa, com a descrição da metodologia escolhida e utilizada neste estudo. Em seguida, a terceira seção reúne os achados da pesquisa cotejando-os com a teoria, enfatizando as concepções dos entrevistados sobre o evolucionismo e os aspectos metodológicos e pedagógicos que estão presentes em suas práticas enquanto professores de ciências. Por fim a seção quatro finaliza com as considerações finais e principais conclusões.

Em relação à concepção quanto ao ensino e conceito de evolução dos professores entrevistados notamos algumas dificuldades e equívocos, como por exemplo, conceitos errôneos em relação à seleção natural; adaptação; evolução e uma confusão das concepções evolutivas de Darwin com as de Lamarck. Também observamos uma tendência dos docentes em usarem o conceito de evolução em várias teorias e áreas de conhecimento diferentes, tais como: teoria do *big bang*; teoria da origem química da vida e da própria teoria da evolução orgânica.

Concluímos que os que todos os professores entrevistados concordam com o ensino da teoria evolução na rede adventista. No entanto, eles apresentaram diferentes justificativas para essa concordância. Percebemos que o principal motivo pelos quais os professores de ciências adventistas apoiam o ensino de evolução na rede adventista é a necessidade de seus alunos apresentarem esse conhecimento em um contexto extraescolar e mais especificamente em processos seletivos tais como: concursos, vestibulares etc. Percebemos que os maiores problemas enfrentados pelos professores criacionistas no ensino de evolução são o conflito com suas crenças e a falta de conhecimento conceitual e de estratégias para abordar a teoria evolucionista. Daí que o conteúdo do ensino de evolução tende a ser abordado a partir de uma perspectiva teológica/religiosa/criacionista, a qual geralmente apresenta esse o conteúdo da evolução através de críticas à esse modelo explicativo.

Uma das principais estratégias de ensino dos professores criacionistas é "ensinar as duas teorias" seja por que a evolução é um assunto que será cobrado no vestibular seja por que é coerente que em uma instituição cristã se apresente a visão criacionista. Percebemos que todos os professores, exceto um, não encontraram possibilidade de conciliar a teoria evolutiva com suas crenças. Entre as justificativas apresentadas para essa não conciliação, consta a percepção de que criação e evolução são explicações completamente diferentes; o entendimento de que a crença na evolução implica na anulação do plano da salvação através do sacrifício de Cristo; a compreensão de que a evolução é contrária às evidências científicas ao negar o planejamento inteligente na criação. Entendemos que, para esses professores, a ciência é capaz de conhecimento verdadeiro (pois é exatamente essa capacidade da ciência de gerar verdades que é utilizada para comprovar os argumentos criacionistas), ou seja, para eles o problema não está na ciência em geral, mas no conhecimento equivocado da teoria evolutiva. Essa posição está muito próxima de um indutivismo ingênuo para o qual as teorias científicas retratam a realidade do mundo, essa visão é compartilhada por alunos, professores e mesmo cientistas, mas é duramente criticada pelos filósofos, sociólogos e historiadores das ciências.

Os dados obtidos durante esse trabalho revelaram que os professores da rede adventista ensinam evolução apenas por está estabelecido no currículo de biologia e por ser solicitado no currículo da Instituição na qual trabalham.

Referências Bibliográficas:

BARBOUR, Ian G. *Quando a ciência encontra a religião*. São Paulo: Cultrix, 2004.

COLLINS, F. *A linguagem de Deus: um cientista apresenta evidencias de que Ele existe*. São Paulo: Gente, 2007.

DAWKINS, Richard. *O espetáculo da vida: a prova da evolução*. Trad. Isabel Mafra. Alfragide: Casa das Letras, 2009.

FUTUYMA, D. J. *Biologia evolutiva*. Trad. De Mario de Vivo e Fábio de Melo Sene. 2ª. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

GOEDERT, Lidiane. *A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

ROTH, A. *Origens: relacionando a ciência com a bíblia*. Tatuí, SP: Casa Publicadora Brasileira, 2001.

SEPULVEDA, Claudia; EL-HANI, Charbel Niño. Ensino de Evolução: uma experiência na formação inicial de professores de Biologia. Pp. 21-

45, in: TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. *Ensino de Ciências: Pesquisas e Pontos em Discussão.* Campinas: Komedi, 2009.

As controvérsias científicas sobre o conceito de gene no ensino para a formação crítica do licenciando em Ciências Biológicas

Regiani Magalhães Yamazaki
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC
regianibio@gmail.com

Geovana Mulinari Stuani
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC
geovana_mulinari@yahoo.com.br

João Vicente Alfaya dos Santos
Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC
jaocolorado@gmail.com

Resumo: Pesquisas relacionadas à formação de professores de biologia tem revelado a presença de concepções de ciência de cunho dogmatista, empirista e linear em relação a construção do conhecimento científico.Diante deste problema, procuramos apresentar uma alternativa de ensino buscando problematizar visões distorcidas sobre a construção do conhecimento científico pelo viés das controvérsias científicas abordando o conceito de gene. De acordo com Joaquim e El-Hani (2010) e Solha (2005) o conceito de gene vem sendo objeto de controvérsia crescente, desde seu início no campo da filosofia da biologia, quanto na ciência da biologia. Meyer, Bonfim e El-Hani (2013) discorrem que, a crise do conceito molecular clássico de gene, deve ser tratada no momento como um assunto controverso na estrutura do pensamento biológico. Rudduck (1986) aponta que as controvérsias podem ser utilizadas como uma metodolologia capaz de contribuir no desenvolvimento do pensamento crítico e da independência intelectual dos estudantes. Stenhouse (1970) defende a utilização de controvérsias como uma estratégia centrada na discussão onde o papel do professor é dinamizador das discussões. Neste sentido, defendemos neste trabalho o uso das controvérsias científicas como uma alternativa de ensino a ser utilizada nos cursos de formação de professores de biologia como elemento problematizador para superação de concepções empiristas e dogmatistas relacionadas à construção do conhecimento científico.

Pesquisas relacionadas à formação de professores de biologia tem revelado a presença de concepções de ciência de cunho dogmatista, empirista e linear em relação a construção do conhecimento científico. Carneiro, Santos e Mol (2005) apontam que um dos elementos que provavelmente auxilia na construção de uma imagem distorcida dos professores sobre a ciência, pode estar relacionado com o livro-texto por acreditar ser este um elemento formador.

Tendo em vista que estas concepções se constituem como problemas na educação científica, o objetivo deste artigo é propor uma metodologia de ensino alternativa tendo como instrumentos textos (livros e artigos) que abordam controvérsias científicas como elemento problematizador das concepções ingênuas sobre a construção do conhecimento científico, em detrimento de um saber crítico.

Segundo McMullin (1987) a controvérsia científica é uma disputa pública relacionada a temas científicos que envolvem participantes que apresentam opiniões discordantes e as defendem utilizando argumentos que, pelo menos em parte, são baseados em observações, experimentos e argumentos racionais. Uma controvérsia científica envolve duas dimensões: epistêmica (por envolver temáticas e argumentos intrínsecos à ciência) e não epistêmica ou social (por tratar de um debate público).

Um dos temas que sugerimos para se trabalhar as controvérsias científicas com acadêmicos de biologia é a construção do conceito de gene. Churchill (1974) relata que o conceito de gene foi criado em 1909 por Wilhelm Johannsen (1857-1927) representava uma unidade de cálculo, sem comprometimento com a teoria cromossômica. O conceito de gene serviu como estruturante da Teoria Sintética da Evolução através da genética de populações (Huxley, 1946; Mayr, 2003), como ideologia (Keller, 2002), como determinante do comportamento e do senso moral humano (Ruse, 1983; Dawkins, 2007) e, mais modernamente, como um processo molecular pertencente a uma matriz estrutural formada pelo DNA (Mpodozis, 2011), pelo organismo que o comporta e pela interação com o ambiente (Lewontin, 2002).

Segundo Mayr (2003) a natureza do gene gerou muitas dúvidas e controvérsias, de caráter científico e social, ao longo das décadas de 1920-1960, pois durante este período muitas explicações foram atribuídas ao gene, na busca de elucidar a sua natureza. Para Griffits e Neumann-Held o conceito gene apresenta controvérsias e especulações por ser um conceito definido como: um arquivo hereditário mendeliano para um determinado traço físico ou comportamental; uma informação compartilhada entre diferentes espécies de seres vivos; uma receita química para sintetizar proteínas; uma unidade de seleção natural. (Griffits; Neumann-Held, 1999 p.660).

Os elementos mencionados podem contribuir para uma determinada compreensão sobre a construção do conhecimento na formação do docente, como sendo algo pronto e acabado. Muito embora as controvérsias científicas sobre o conceito de gene entre filósofos e biólogos tenha se constituído num campo de pesquisa, com fóruns, debates, palestras etc., esta discussão ainda é incipiente nos cursos de formação de professores de biologia. Ramos, Neves e Corazza (2011) apontam que muitos professores que lecionam no ensino superior apresentam concepções matizadas pelos valores do cientificismo moderno, como a crença de uma construção linear e cumulativa da ciência.

O objetivo deste trabalho é problematizar visões distorcidas sobre a construção do conhecimento sobre gene com acadêmicos do curso de Ciências Biológicas. Assim, sugerimos a utilização de textos que discutam as controvérsias científicas que emergiram com a descoberta dos íntrons sobre o conceito molecular clássico de gene.

A descoberta dos íntrons surpreendeu os cientistas que por muitos anos se dedicaram a analisar tanto a estrutura do gene quanto seus mecanismos de expressão (Aloni *et al.*,1977; Berget *et al.*, 1977; Brack; Tonegawa, 1977; Breathnach *et al.*, 1977; Chow *et al.*, 1977, Glover; Hogness, 1977; Jeffreys; Flavell, 1977; Sambrook, 1977; Williamson, 1977; Gilbert, 1978; Chambon, 1981). A descoberta dos íntrons passou a desafiar o conceito molecular clássico de gene, constituindo assim um campo de controvérsias científicas. O gene passou não mais a ser visto como um trecho ininterrupto de DNA que se encontra pronto para ser traduzido na síntese proteica, pois é reconhecida a existência de trechos que não possuem correspondência com o RNA mensageiro e que a estruturação deste pode ocorrer de formas alternativas (Waizbort; Solha, 2006). De acordo com Joaquim e El-Hani (2010) e Solha (2005) o conceito de gene vem sendo objeto de controvérsia crescente, desde seu início no campo da filosofia da Biologia, quanto na ciência da Biologia. Meyer, Bonfim e El-Hani (2013) discorrem que, a crise do conceito molecular clássico de gene, deve ser tratada no momento como um assunto controverso na estrutura do pensamento biológico.

Sugerimos para o desenvolvimento desta atividade, recortes de trechos de livros-textos. Por exemplo: Os autores Gardner e Snustad (1986) afirmam que a descoberta dos íntrons não apresenta uma ameaça ao conceito molecular clássico de gene. Eles afirmam que:

> Em eucariontes, os dados disponíveis, até o momento, suportam também a colinearidade, mas a sequência linear de pares de nucleotídeos em um gene que especifica um polipeptídio colinear nem sempre pode consistir em pares nucleotídeos contínuos. Existem frequentemente sequências não codantes de íntrons intercalando-se entre as sequências codantes. (...) Isto não viola o conceito de colinearidade, mas apenas demonstra que as sequências de

> trincas de pares de bases no gene (...) não são sempre ininterruptas. (Gardner; Snustad, 1986, p. 209)

Este recorte do livro-texto pode ser problematizado com artigos que discutem controvérsias científicas relacionadas ao tema. Gilbert (1978), Joaquim e El-Hani (2010) discutem que esta afirmação, que a descoberta dos íntrons não viola o conceito de colinearidade é polêmica e controversa, pois Gilbert (1978), segundo Joaquim e El-Hani (2010), postulou um ano após a descoberta dos genes interrompidos, que o dogma "um gene uma cadeia polipeptídica" teria desaparecido. Waizbort e Solha (2007) também compreendem que com a descoberta dos íntrons, o gene não é contínuo, ou seja, não apresenta colinearidade, e também apontam outros elementos que tornam o conceito molecular clássico de gene insustentável.

Apoiados em uma visão bachelardiana, Yamazaki (2010), Silvério e Maestrelli (2011), Yamazaki, Yamazaki e Zanon (2012), identificaram que o conceito de gene pode constituir obstáculos pedagógicos para o ensino da genética escolar.

Finalizando, Stenhouse (1970) defende a utilização de controvérsias como uma estratégia centrada na discussão onde o papel do professor é dinamizar das discussões. Rudduck (1986) aponta as controvérsias como uma metodologia que pode contribuir no desenvolvimento do pensamento crítico e da independência intelectual dos estudantes. Neste sentido, defendemos o uso das controvérsias científicas como um recurso a ser utilizado nos cursos de formação de professor com o intuito de promover a superação de concepções empiristas e dogmatistas relacionadas à construção do conhecimento científico, em especial as Ciências Biológicas.

Referências Bibliográficas:

ALONI, Yosef; DHAR, Ravi; LAUB, Orgad; HOROWITZ, Mia; KHOURY, George. Novel mechanism for RNA maturation: The leader sequences of Simian Virus 40 mRNA are not transcribed adjacent to the coding sequences. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA*, 74: 3686-3600, 1977.

BERGET, Susan; MOORE, Claire; SHARP, Phillip Allen. Spliced segments at the 5'termins of Adenovirus 2 Late mRNA. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA*, 74: 3171-3175, 1977.

BRACK, Christine; TONEGAWA, Susumu. Variable and constant parts of the immunoglobulin light chain gene of a mouse myeloma cell are 1250 nontranslated bases apart. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA*, 74: 5662-5656, 1977.

BREATHNACH, Rory; MANDEL, Jean-Louis.; CHAMBON, Pierre. Ovalbumin gene is split in chicken DNA. *Nature*, 270: 314-319, 1977.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luis Pereira; MÓL, Gerson de Souza. Livro Didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. *Ensaio*, 07: 35-45, 2005.

CHAMBON, Pierre. Split genes. *Scientific American*, 244: 60-71, 1981.

CHOW, Louise; GELINAS, Richard; BROKER, Thomas; ROBERTS, Richard John. An amazing sequence arrangement at the 5' ends of Adenovirus 2 messenger RNA. *Cell*, 12: 1-8, 1977.

CHURCHILL, Frederick. William Johannsen and the Genotype Concept. *Journal of the History of Biology*, 7 (1): 5-30, 1974.

DAWKINS, Richard. *O gene egoísta*. Tradução de Rejane Rubino. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

GARDNER, Eldon John; SNUSTAD, Peter. *Genética*. Ed.7ª Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1986.

GILBERT, Walter. Why genes in pieces? *Nature*, 271: 501, 1978.

GLOVER, David; HOGNESS, David. A novel arrangement of the 18s and 28s sequences in a repeating unit of *Drosophila melanogaster* rDNA. *Cell*, 10: 167-176, 1977.

GRIFFITHS, Paul; NEUMANN-HELD, Eva. The many faces of the Gene. *BioScience*, 49: 656-662, 1999.

HUXLEY, Julian. *La Evolución: síntesis moderna*. Tradução de Felipe Jiménez de Asúa. Buenos Aires: Editorial Losada, 1946.

JEFFREYS, Alec John; FLAVELL, Anthony Richard. The rabbit? - globin gene contains a large insert in the coding sequence. *Cell*, 12:1097-1108, 1997.

JOAQUIM, Leyla Mariane; EL-HANI, Charbel Niño. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. *Scientiae studia*, 8 (1): 93-128, 2010.

KELLER, Evelyn Fox. *O século do gene*. Tradução de Nelson Vaz. Belo Horizonte: Crisálida, 2002.

LEWONTIN, Richard. *A tripla hélice: gene, organismo e ambiente*. Tradução de José Viegas Filho. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

MAYR, Ernst. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*. 12 ed. Cambridge, Ma: The Belknap Press of Harvard University Press, 2003.

McMULLIN, Ernan. Scientific controversy and its termination. Pp. 49-92, in: ENGELHARDT, Hugo Tristam; CAPLAN, Arthur Leonard. *Scientific Controversy*: *Case studies in the resolution and closure of disputes in Science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

MEYER, Lia Midori Nascimento; BOMFIM, Gilberto Cafezeiro; EL-HANI, Charbel Niño. How to understand the gene in the 21st century? *Science & Education*, 22 (2): 345-374, 2013.

MPODOZIS, Jorge. A equação fundamental da Biologia. Pp. 25-44, in: VAZ, Nelson; MPODOZIS, Jorge; BOTELHO, João Francisco; RAMOS, Gustavo. *Onde está o organismo?*: *derivas e outras histórias na Biologia e Imunologia.* Florianópolis: Editora da UFSC, 2011.

RAMOS, Fernanda Peres; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; CORAZZA, Maria Júlia. A ciência moderna e as concepções contemporâneas em discursos de professores-pesquisadores: entre ruptura e a continuidade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1): 84-108, 2011.

RUDDUCK, Jean. A strategy for handling controversial issues in the secondary school. Pp.6-18, in: WELLINGTON, J. J. *Controversial issues in the curriculum*. Oxford: Basil Blackwell, 1986.

RUSE, Michael. *Sociobiologia*: *Senso ou Contra-Senso?* Tradução de Cláudia Regis Junqueira . Belo Horizonte: Editora Itatiaia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1983.

SAMBROOK, Joseph. Adenovirus amazes at Cold Spring Harbor. *Nature*, 268: 101-104, 1977.

SILVÉRIO, Lúcio Ely Ribeiro; MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedroso. O conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética. Pp. 5-15, in: *Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências, Viii, 2011. Anais.* Campinas: ABRAPEC, 2011.

SOLHA, Gustavo Ciraudo Fraga. *Os genes interrompidos: introdução histórica ao impacto da descoberta dos íntrons (1997) na controvérsia sobre a definição do gene molecular clássico (1960).* Rio de Janeiro/RJ, 2005. Dissertação (Mestrado em História da Ciências da Saúde) - Casa de Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, 2005.

STENHOUSE, Lawrence. *The humanities project: an introduction.* London: Heinemann, 1970.

WAIBORT, Ricardo; SOLHA, Gustavo Ciraudo. Os genes e o ambiente: implicações da descoberta dos íntrons no debate natureza versus cultura. *Filosofia e História da Biologia*, 1: 279-295, 2006.

WAIZBORT, Ricardo; SOLHA, Gustavo Ciraudo. Os genes interrompidos: o impacto da descoberta dos íntrons sobre a definição de gene molecular clássico. *Filosofia e História da Ciência*, jan-jul, 5 (1): 63-84, 2007.

WILLIAMSON, Bob. DNA insertions and gene structure. *Nature*, 270: 295-297, 1977.

YAMAZAKI, Regiani Magalhães de Oliveira. *Construção do conceito de gene por meio de jogos pedagógicos.* Campo Grande/MS, 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2010.

YAMAZAKI, Regiani Magalhães de Oliveira; YAMAZAKI, Sérgio Choiti; ZANON, Angela Maria. Elaboração de um jogo pedagógico numa pers-

pectiva bachelardiana para aprendizagem do conceito de gene. *Metáfora Educacional*, 13: 3-20, 2012.

A utilização da História da Ciência no ensino: as observações de Robert Hooke como recurso motivacional ao estudo da célula

Renata Andrade Medeiros de Araujo*
xena.renata@gmail.com

João Paulo Ferraro Turano de Araujo*
jpferraro45@gmail.com

Davi Martinelli Gonçalves*
davi_mg@hotmail.com

Mariana Antonieta Barreto do Prado*
marietaprado@gmail.com

Ornella Gonçalves Zumpano*
ornella-zumpano@hotmail.com

*Graduandos de Ciências Biológicas do IB-USP e bolsistas de Iniciação à Docência PIBID-IB-USP

Cláudia Barboza de Freitas
Secretaria de Estado de Educação de São Paulo e bolsista PIBID-IB-USP
claudiafre@bol.com.br

Thiago del Corso
Monitor do Laboratório de Licenciatura de Ciências Biológicas do IB-USP e mestrando em Ensino de Ciência do PPG Interunidades da USP
thiagodelcorso@usp.br

Maria Elice Brzezinski Prestes
Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e bolsista PIBID-IB-USP
eprestes@ib.usp.br

Resumo: Nesta apresentação será analisada sequência didática (Méheu, 2005) que faz uso inclusivo da História da Ciência no ensino e foi aplicada no 2º ano do ensino

médio de escola pública do município de São Paulo. A abordagem selecionada foi a replicação de experimentos históricos (Kragh, 1987; Chang 2011), particularmente, as observações microscópicas de Robert Hooke (1635-1703) sobre a cortiça, relatadas no *Micrographia*, de 1665. O tema é de alta relevância no ensino da biologia, mas sua presença, ainda que constante, nos livros didáticos costuma ser meramente teórica e descontextualizada. A sequência foi planejada com os objetivos de levar os alunos a familiarizarem-se com o contexto histórico da pesquisa de Robert Hooke, habilitarem-se na utilização de microscópio ótico, replicarem a observação da cortiça realizada por Hooke, bem como de diferentes materiais vegetais, animais e não vivos e discutirem a relação entre a estrutura visível ao microscópio e o conceito de "célula" e a "teoria celular". Seguindo metodologia de pesquisa em ensino de ciências, foi feita triangulação de coleta de dados, paralelamente a pesquisa acerca dos efeitos do uso de replicação de experimentos históricos e aulas práticas sobre a motivação dos alunos para o estudo das ciências naturais. Para isso, foi aplicado um questionário (Tuan, Chin, Shieh, 2005) no início e no término da sequência, cujos resultados preliminares serão apresentados no *EHFB 2013*.

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da USP objetiva "propor e desenvolver atividades que ampliem, aprofundem e qualifiquem positivamente a formação inicial de estudantes dos cursos de Licenciatura" (Santos, 2009). O projeto busca valorizar o magistério por meio da integração da educação superior com a educação básica, por meio de criação, implementação, avaliação e aperfeiçoamento de projetos de ensino-aprendizagem que estimulem ações coletivas na escola, de modo a caracterizar uma nova concepção de trabalho educacional.

No âmbito dessa iniciativa, foi criado o subprojeto PIBID-IB-USP intitulado "Sequências didáticas voltadas à replicação de experimentos históricos, modelos e simulações em intervenções de estágio de formação de professores de ciências e biologia". Com base no pressuposto de que uma das grandes dificuldades do ensino de Biologia na educação básica é o distanciamento entre o conteúdo teórico e as atividades práticas, o subprojeto objetiva envolver os licenciandos, a professora supervisora da escola campo de estágio, o monitor e a docente da Universidade na elaboração de um projeto de regência que prioriza uma postura ativa dos alunos da escola básica. Para isso, foi construída coletivamente uma sequência didática que faz uso inclusivo da História da Ciência e é composta de aulas práticas voltadas à replicação de experimentos históricos (Kragh, 1987, pp. 159-167).

Segundo Hasok Chang (2011), há vários tipos de replicação de experimento histórico. Neste trabalho, serão utilizadas duas modalidades, a chamada "replicação física" e a "de extensão". A replicação física é aquela que reproduz o fenômeno investigado no sentido físico, sem se prender na fidelidade histórica completa. Esse tipo de replicação permite, por exemplo, a utilização de materiais atuais em substituição aos que foram efetivamente

usados na investigação realizada no passado. Por sua vez, a replicação histórica "de extensão" é aquela em que, a partir do experimento original, novos procedimentos de investigação são desenvolvidos para responder a questões correlatas que possam surgir. Por suas características, ambos modelos de replicação de experimento histórico são particularmente adequadas ao ambiente de ensino. Diferentemente, a "replicação histórica propriamente dita", é considerada um método suplementar do historiador da ciência para a interpretação dos textos originais da ciência do passado e a "replicação complementar", serve de ponto de partida para o cientista atual desenvolver conhecimento científico novo.

O episódio histórico explorado é o das observações microscópicas de Robert Hooke (1635-1703) sobre a cortiça, relatadas no livro *Micrographia*, de 1665. Esse tema foi selecionado devido à relevância no ensino da biologia e ao fato de sua presença nos livros didáticos, ainda que constante, caracterizar-se por uma apresentação geralmente descontextualizada e meramente teórica. Foi planejada uma sequência didática (Méheu, 2005) de seis aulas com os objetivos de levar os alunos a: familiarizarem-se com o contexto histórico da pesquisa de Robert Hooke, habilitarem-se na utilização de microscópio ótico (por meio de 30 instrumentos disponibilizados pelo subprojeto), replicarem a observação da cortiça realizada por Hooke, bem como de diferentes materiais vegetais, animais e não vivos, e discutirem a relação entre a estrutura visível ao microscópio e o conceito de "célula" e a "teoria celular".

A replicação ocorreu em aulas práticas de uma sequência didática que procurou vincular os assuntos abordados nas aulas anteriores e posteriores do programa de ensino da professora da escola campo de estágio, e que é supervisora do PIBID-IB-USP. Os conteúdos científicos abordados estavam em consonância ao programa de citologia e histologia do 2º ano do Ensino Médio, conforme Proposta Curricular do Estado de São Paulo (São Paulo, 2009). Foi aplicada no mês de abril e maio de 2013 em escola estadual localizada no município de São Paulo.

A sequência possui seis planos de aula, para os quais foram desenvolvidos alguns materiais instrucionais específicos, tais como: a tradução de trecho do livro de Hooke (Araujo, Silva, Prestes e Martins, no prelo); textos e ilustrações tanto para a contextualização histórica, quanto para os conteúdos científicos trabalhados; lâminas prontas para comparação com lâminas preparadas durante as aulas pelos alunos; roteiros de questões solicitando desenhos e análises dos alunos.

Segundo metodologia de pesquisa em ensino de ciências, foi feita triangulação de coleta de dados (anotações de observação das aulas, gravação das aulas e produções dos alunos) que serão analisados para apresentação de resultados parciais no *Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013*.

Em paralelo à aplicação da sequência didática, foi realizada uma pesquisa sobre os efeitos do uso de replicação de experimentos históricos e aulas práticas sobre a motivação dos alunos para o estudo das ciências naturais. Para isso, foi aplicado um questionário (Tuan, Chin, Shieh, 2005) no início e no término da sequência, cujos resultados preliminares serão apresentados no *Encontro de História e Filosofia da Biologia 2013*.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao parecerista anônimo que alertou, entre outros aspectos pontuais, sobre a necessidade de explicitar e vincular mais adequadamente os objetivos da sequência didática propriamente dita e a pesquisa sobre a motivação dos alunos para o ensino de ciências, mediante uso inclusivo de História da Ciência.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Institucional de Bolsa à de Iniciação à Docência – PIBID, da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil.

Referências Bibliográficas:

ARAUJO, João Paulo F. T.; SILVA, Caio G. C.; PRESTES, Maria Elice B. *Micrografia, de Robert Hooke*. São Paulo (no prelo).

CHANG, Hasok. How historical experiments can improve scientific knowledge and science education: the cases of boiling water and electrochemistry. *Science & Education*, 20: 317-341, 2011.

KRAGH, Helge. *An introduction to the historiography of science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1987.

MÉHEUT, Martine. Teaching-Learning Sequence tools for learning and/or research. Pp. 195-207, in: BOERSMA, Kerst; GOEDHART, Martin; JONG, Onno de; EIJKELHOF, Harrie (eds.). *Research and the quality of science education*. Dordrecht: Springer, 2005.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Sequências didáticas voltadas à replicação de experimentos históricos, modelos e simulações em intervenções de estágio de formação de professores de ciências e biologia. Subprojeto Projeto PIBID-IB-USP. São Paulo, 2012.

SANTOS, Vinício de Macedo. *A docência como componente articulador da teoria e prática na formação inicial e continuada do professor***.** Projeto PIBID-USP. São Paulo, 2009.

SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO/CENP. *Proposta curricular do Estado de São Paulo*. São Paulo, 2009.

TUAN, Hsiao-Lin; CHIN, Chi-Chin; SHIEH, Shyang-Horng. The development of a questionnaire to measure students' motivation towards sci-

ence learning. *International Journal of Science Education*, 27 (6): 639-654, 2005.

O cérebro progressivo de Domingos Guedes Cabral

Ricardo Waizbort
Laboratório de Avaliação em Ensino e Filosofia das Biociências
Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde
Instituto Oswaldo Cruz
FIOCRUZ
ricardowaizbort@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo desse trabalho é apresentar o que denominamos o "cérebro evolutivo" do médico Baiano Guedes Cabral (1852-1883). Procuraremos demonstrar como ele se apropria do pensamento evolucionista e articula em seu discurso a tese darwinista da origem comum com postuladas evidências da anatomia, da fisiologia experimental e da nascente antropologia acerca cérebro humano. Nessa articulação Cabral nega que se haja descoberto no cérebro alguma função que se identifique com o que gerações entenderam e entendiam como alma. Portanto, não caberia ao Direito e à Jurisprudência arbitrar sobre o comportamento criminoso ou alienado dos detentos, mas sim à Medicina. A atribuição de faculdades mentais ao cérebro humano é um processo histórico que resultou na reinterpretação da origem e estabelecimento de características humanas consideradas bastante nobres, como o amor e a moral. Nos séculos anteriores a Darwin a alma e o espírito eram tidos como substâncias imateriais que faziam do *Homo sapiens* uma espécie diferente de todos os outros animais conhecidos. Na época de Darwin o cérebro já era reconhecido como a sede ou órgão dos movimentos e das paixões, da inteligência, da sagacidade e da moral, entre outras "faculdades mentais" (Darwin, 1985 [1859]). No que tange a Guedes Cabral, como veremos, a espécie humana é o ápice de uma evolução ascendente, e o cérebro é o coroamento de um processo que prima pelos atos de sentir, movimentar-se, pensar, raciocinar e intervir de forma intencional, inteligente e reflexiva sobre o mundo em que se vive. Para Cabral, todavia, não há um *locus* para a alma.

Em 1875, o médico baiano Domingos Guedes Cabral, viu sua tese de doutorado, *Funções do cérebro*, ser recusada - fato até então inédito na Faculdade de Medicina da Bahia - por defender posições claramente materialistas e evolucionistas, dentre as quais a ideia de que o cérebro humano era o cume de um processo progressivo de evolução. Guedes Cabral teve que escrever às pressas outra tese menos polêmica, sobre a febre amarela, para fazer jus a seu título de doutor. Um ano mais tarde a tese recusada apareceria sob a forma de livro homônimo, publicado por iniciativa de colegas

doutorandos da turma de Cabral na faculdade, indignados e inconformados com a recusa do texto (Cabral, 1876; Almeida, 2005; Pereira Filho, 2008).

A atribuição de faculdades mentais ao cérebro humano é um processo histórico que resultou na reinterpretação da origem e estabelecimento de características humanas consideradas bastante nobres, como o amor e a moral. Nos séculos anteriores a Darwin a alma e o espírito eram tidos como substâncias imateriais que faziam do *Homo sapiens* uma espécie diferente de todos os outros animais conhecidos. Na época de Darwin o cérebro já era há muito reconhecido como a sede ou órgão dos movimentos e das paixões, da inteligência, da sagacidade e da moral, entre outras "faculdades mentais" (Darwin, 1985 [1859]). No que tange a Guedes Cabral, como veremos, a espécie humana é o ápice de uma evolução ascendente, e o cérebro é o coroamento de um processo que prima pelos atos de sentir, movimentar-se, pensar, raciocinar e intervir de forma intencional, inteligente e reflexiva sobre o mundo em que se vive. Para Cabral, todavia, não há um *locus* para a alma.

Nos últimos anos tem havido um renascimento acadêmico do interesse acerca do personagem de Domingos Guedes Cabral e por sua tese de doutorado, transformada em livro em 1876, *Funções do cérebro*, obra considerada materialista, positivista e, sobretudo, evolucionista (Collichio, 1988; Cid, 2005; Almeida, 2005; Almeida e El-Hani, 2007; 2010; Pereira Filho, 2008; Monteiro, 2011). Segundo Therezinha Collichio (1988), *Funcções do cérebro* foi, ao lado da tese de doutorado de Sylvio Romero, o texto mais importante sobre o evolucionismo da geração de 1870 no Brasil. Romero defendeu seu título de Doutor na Escola de Direito do Recife, em 1875, e o trabalho publicado sob a forma de livro em 1878, com o nome de *Filosofia do Brasil*. Não por acaso, Romero elogiou muito o livro de Guedes Cabral, por sua coragem em adotar uma teoria que desafiava o saber religioso, enquanto apontava saída científica para problemas nacionais, como a criminalidade e a loucura (Collichio, 1988).

A afiliação de Cabral a uma visão materialista era explícita, tanto em seus escritos como nas posições políticas e profissionais que assumia. Além de causar grande rebuliço com a publicação da tese transformada em livro em 1876, Cabral escreveu também uma série de artigos em jornais atacando o clero em defesa das ciências (Blake, 1893, p.207-208). Ao chegar a Laranjeiras, no Sergipe, pouco após o episódio da recusa, Guedes Cabral militou ativamente contra o catolicismo, além de realizar forte propaganda abolicionista e republicana nos jornais da cidade (Collichio, 1988, p.96). Segundo Almeida (2005, p.156-165), antes de ingressar na faculdade, Guedes Cabral trabalhou ainda em *O Horizonte*, jornal de propaganda republicana e anti-eclesiástico (ver também Pereira Filho, 2008). Da obra de Domingos Guedes Cabral restou-nos apenas a tese de doutoramento publicada sob a

forma de livro, nosso objeto no presente trabalho. O autor afirmava ter escrito outras duas obras, mas, infelizmente, estas nunca foram encontradas. (Almeida, 2005).

Como leitor de Haeckel e Huxley, mas provavelmente não de Darwin, Cabral articulou em seu texto uma demonstração de como o material humano de que é feito o brasileiro poderia ser aperfeiçoado. Embora não seja explícito em uma primeira leitura, Cabral parece acreditar que a regeneração cerebral do louco e do criminoso através da educação, possa ser transmitida à geração seguinte (assim como o seriam a ausência desse estímulo). O fato de que Cabral atribui à experiência, sob a forma da educação, a condição inferior da população brasileira, significa que ele toma posição no debate nature versus nurture que alcançará seu auge justamente nas últimas décadas do século XIX. Haeckel, por exemplo, desenvolve um mecanismo no qual as mudanças adquiridas ao longo da vida através da alimentação (nurture), eram adaptativas e seriam transmitidas às gerações seguintes (Haeckel, 1961 [1868]). Darwin dá menos importância causal à herança das características adquiridas, e atribui ao poder da seleção natural, ao longo do tempo, de selecionar características úteis e funcionais que podem mudar todo o perfil de uma espécie, alterando estruturas, levando inclusive a novas espécies. A relação entre natureza e cultura (*nature* e *nurture*) no livro de Darwin, se oxigena. O ambiente seleciona os variantes favoráveis, que transmitem assim a sua semente para o futuro longevo das populações. Praticamente não há nada parecido com o processo de seleção natural no livro de Cabral. Em realidade, ele dá como assentado o conhecimento evolutivo e antropológico, e sem mais olhar para o passado propõe a Medicina como solução para o aperfeiçoamento da nação.

Referências Bibliográficas:

ALMEIDA, Ronnie Jorge Tavares. *Religião, Ciência, Darwinismo e Materialismo na Bahia Imperial: Domingos Guedes Cabral e a recusa da tese inaugural "Funcções do Cerebro" (1875).* Salvador, 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia. Salvador,.

ALMEIDA, Ronnie; EL-HANI, Charbel. A medicina como "philosophia social": Domingos Guedes Cabral e a tese inaugural "Funcções do Cerebro" (1875) *Revista da SBHC*, Rio de Janeiro, jan-jul, 5 (1): 6-33, 2007.

———. Por que a tese de Domingos Guedes Cabral foi recusada pela Faculdade de Medicina da Bahia em 1875? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, jan-jun, 3 (1): 44-67, 2010.

BOWLER, PETER. J. *Evolution: the history of an idea*. Berkeley: Univ. California Press, 1989.

BROWNE, JANET. *Charles Darwin: the power of place*. London: Random House, 2003.

CABRAL, Domingos Guedes. *Funcções do Cerebro*. Salvador: Editora Imprensa Imperial, 1876.

CAPONI, Gustavo. Contra la lectura adaptacionista de Lamark. Pp. 3-17, in: ROSAS, Alejandro (ed.). *Filosofía, darwinismo y evolución*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2007.

———. *Buffon: Breve introducción al pensamiento de Buffon*. México DF: Universidad Autónoma Metropolitana, 2010.

CARVALHO, ANDRÉ L. L. *Além dos confins do homem: Frances Power Cobbe contra o darwinismo na controvérsia sobre a vivissecção no Reino Unido (1863-1904)*. Rio de Janeiro, 2010. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde) – Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2vols.

CID, Maria Rosa. *O Aperfeiçoamento do homem por meio da seleção: Miranda Azevedo e a divulgação do darwinismo, no Brasil, na década de 1870*. Rio de Janeiro, 2004. Dissertação (Mestrado em História das Ciências) - Casa de Oswaldo Cruz.

COLLICHIO, Teresinha Alves Ferreira. *Miranda Azevedo e o darwinismo no Brasil*. São Paulo: Editora Itatiaia, 1988.

DARWIN, C. R. *A origem das espécies*. [1859]. Tradução E. Amado. São Paulo: Itatiaia, 1985.

———. *A origem do homem e a seleção sexual*. [1871]. Tradução E. Amado. Belo Horizonte: Itatiaia, 2004.

DENNET, DANIEL. *A perigosa idéia de Darwin*. Rio de Janeiro: Rocco, 1998.

DESMOND, Adrian. & MOORE, James. *Darwin: a vida de um evolucionista atormentado*. São Paulo: Geração Editorial, 2000.

FINGER, Stanley. *Minds behind the brain: a history of the pioneers and their discoveries*. Oxford: Oxford Universtity Press, 2000.

FRENCH, Richard. *Antivivisection and Medical Science in Victorian Society*. Princeton: Princeton University Press, 1975.

GOULD, Stephen Jay. *Full house: a difusão da excelência de Platão a Darwin*. Lisboa: Ed. Gradiva, 2000.

HAECKEL, Ernst. *História da criação natural ou doutrina científica da evolução*. [1868]. Tradução E. Pimenta. Porto: Lelo & Irmão Editores, 1961.

HUXLEY, THOMAS HENRY. *Evidence as to man's place in nature*. New York: D. Appleton and Company, 1863. Disponível em: http://www.archive.org/details/evidenceastomans00huxl. Acesso em: 10 de outubro de 2009.

LAMARCK, Jean Baptiste. *Zoological Philosophy*. [1809]. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.

LOVEJOY, Arthur. *A grande cadeia do ser*. São Paulo: Ed. Palíndromo, 2005.

MAYR, ERNST. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.

MONTEIRO, Ricardo Esteves. *O cérebro progressivo de Domingos Guedes Cabral em funções do cérebro (1876)*. Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e da Saúde) - Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz.

MOORE, James; DESMOND, Adrian. *A causa sagrada de Darwin*. Rio de Janeiro: Record, 2009.

OTIS, Laura. Howled Out of the Country: Wilkie Collins and H.G. Wells Retry David Ferrier. Pp. 27-51, in: *Neurology and Literature, 1860-1920*, ed. Anne Stiles. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

PAIXÃO, Rita Leal. *Experimentação animal: razões e emoções para a ética*. Rio de Janeiro, 2001.Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública. Disponível em: http://portalteses.cict.fiocruz.br/pdf/FIOCRUZ/2001/paixaorld/capa.pdf. Acesso em 10 de março de 2013.

PEREIRA FILHO, Roberto Sobreira. *As funções de Funcções do Cerebro (1876): um estudo do evolucionismo de Domingos Guedes Cabral (1852-1883)*. Rio de Janeiro, 2008. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e da Saúde) - Casa de Oswaldo Cruz (COC) – FIOCRUZ.

SÁ, Dominichi Miranda. *A Ciência como profissão: médicos, bacharéis e cientistas no Brasil (1895-1935)*. Rio de Janeiro: Ed. da Fiocruz, 2006.

WHITE, Paul S. The Experimental Animal in Victorian Britain. Pp. 59-86, in: DASTON, Lorraine; MITMAN, Gregg (eds.) *Thinking with animal: new perspectives on anthropomorphism*. New York: Columbia University Press, 2005.

YOUNG, Robert M. *Mind, brain and adaptation in the nineteenth century. cerebral localization and its biological context from Gall to Ferrier*. Oxford: Clarendon Press, 1970.

El impacto del evolucionismo en los teóricos de la degeneración y en la psiquiatría de Emil Kraepelin

Sandra Caponi
Doutora em lógica e Filosofia das Ciências. Professor Associado
Departamento de Sociologia- Universidade Federal de Santa Catarina
sandracaponi@gmail.com

Resumo: A partir de 1857, año de publicación del Tratado de Morel, la Teoría de la degeneración tuvo gran influencia en la medicina mental en la medida en que, permitía concentrar los esfuerzos de todos aquellos que compartían una misma preocupación: la de ampliar el alcance y los límites de la medicina mental. En este estudio, dando continuidad a los trabajos ya realizados por autores como Rafael Huertas, Ricardo Campos, Jaques Postel y Daniel Pick, analizamos el impacto del evolucionismo en la historia de la teoría de la degeneración, particularmente en los teóricos clásicos como Morel, Magnan e Legrand, para posteriormente, analizar el lugar que ocupó el evolucionismo en la construcción de la psiquiatría de Emil Kraepelin, centrándonos en aquellos textos que el fundador de la psiquiatría moderna dedica a la teoría de la degeneración.

En las últimas décadas del siglo XIX, la psiquiatría estará fuertemente influenciada por una nueva representación de las patologías que habla de las degeneraciones hereditarias. Ian Hacking (2000) dirá que en ese momento se inicia un verdadero programa de investigación muy fructífero que se articulaba en torno a la denominada *Teoría de la Degeneración*. Este programa permitía concentrar los esfuerzos de todos aquellos que compartían una misma preocupación: la de ampliar el alcance y los límites de la medicina mental. En este estudio, dando continuidad a los trabajos ya realizados por autores como Rafael Huertas, Ricardo Campos, y Daniel Pick, analizamos el impacto que el evolucionismo tuvo en la historia de la teoría de la degeneración. Retomando los estudios realizados por los autores aquí mencionados serán analizadas las marcas dejadas por el evolucionismo en los teóricos clásicos de la degeneración como Morel, Magnan e Legrand. Para, posteriormente, analizar el lugar que ocupó el evolucionismo en la construcción de la psiquiatría de Emil Kraepelin, considerado como fundador de la psiquiatría moderna, particularmente en aquellos textos donde se refiere a la teoría de la degeneración (Roelcke, Postel).

Una de las características más importantes de la psiquiatría de Kraepelin puede resumirse, como afirma Roelcke (1997) en su insistencia por "biologizar los hechos sociales". Para este autor, lo que posibilita esta biologización de los hechos sociales es la interpretación de la vida social en términos Darwinianos. Según afirma: "En Alemania, a inicios de siglo, las ideas del darwinismo social fueron principalmente propagadas por biólogos, representantes del higienismo, economistas y políticos. En la profesión psiquiátrica, Kraepelin, estaba entre los primeros en utilizar estos instrumentos aplicando bases biológicas a las patologías psiquiátricas no solo a los individuos sino también a los grupos sociales" (Roelcke, 1997: 346).

Una lectura atenta del texto de Kraepelin pone en evidencia que solo existen algunas vagas referencias a esa retórica darwiniana, que habla de instintos de sobrevivencia, de procreación y de lucha por la vida. Y que, al contrario, lo que define las etiologías descriptas por Kraepelin no son ni los

obstáculos externos a ser enfrentados en la lucha por la sobrevivencia, ni el instinto de auto-preservación, sino las marcas que los hechos sociales dejan en los cuerpos. Los hechos sociales más variados, desde la ingestión de tóxicos a la educación burguesa, afectan de uno u otro modo el sistema nervioso y la célula germinal posibilitando la herencia de caracteres adquiridos en determinados contextos sociales. Es ese discurso el que permite construir explicaciones ambientalistas para las patologías psiquiátricas de degeneración, aproximando a Kraepelin a las tesis defendidas por el Neo-Lamarckismo que fue particularmente influyente en la medicina mental y el higienismo de la segunda mitad del siglo XIX.

Recordemos que el Neo-Lamarckismo a diferencia de las teorías evolutivas aceptadas por los darwinianos a inicios del siglo XX, integraba la posibilidad de permanencia y herencia de fenómenos considerados *no adaptativos*. Las explicaciones referidas a los efectos perversos que la organización industrial, los grandes centros urbanos, o la inmoralidad asociadas al alcohol y la prostitución, tenían en los cuerpos de los individuos y su descendencia no respondía a las explicaciones del evolucionismo darwiniano preocupado fundamentalmente por la persistencia de formas adaptativas y la eliminación de formas no adaptativas. El término Neo-Lamarckismo, fue acuñado en 1885 por un científico americano llamado Packard que fue el primer traductor de los textos de Lamarck al idioma inglés. (Bowler; 1990:73). A inicios del siglo XX, estas teorías comenzaban ya a ser cuestionadas por los darwinistas y por los defensores de la herencia mendeliana. Por esa razón, los nuevos defensores del lamarckismo abocaron sus esfuerzos en la construcción de esquemas explicativos de la transmisión hereditaria, tanto de rasgos adaptativos como de rasgos no adaptativos. Estos último, referidos a problemas tales como las enfermedades, el alcoholismo o la criminalidad, que pudieran reproducirse en laboratorio. Intentaron elaborar explicaciones creíbles y bien fundadas de los fenómenos hereditarios, que permitieran integrar a los hechos sociales y a las teorías sobre herencia, entonces aceptadas por la comunidad científica. Los Neo-lamarckianos experimentales buscaban pruebas para constatar empíricamente su hipótesis principal que afirmaba que una parte importante de los caracteres adquiridos se convertirían en hereditario en el plazo de algunas generaciones (Corsi, 2006).

Los caracteres adquiridos considerados adaptativos parecían ser más difíciles de explicar y reproducir experimentalmente, mientras que los no adaptativos, entre ellos la mutilación, podrían transferirse al laboratorio. La profesión médica parecía ser una fuente permanente de testimonios: “estaba muy extendida la idea de que las enfermedades, o al menos sus consecuencias debilitadoras podían heredarse. En muchos casos, la posibilidad de que el efecto pudiera transmitirse por la contaminación del feto en el útero y no

genéticamente, no se consideraba que invalidara la conclusión lamarckiana". (Bower, 1985: 80). Las pruebas experimentales más repetidas eran las pruebas de la epilepsia hereditaria provocada en laboratorio a cobayos, donde las lesiones cerebrales se repetían de modo idéntico en los descendientes.

Los Neo-lamarckianos utilizaron esta idea de un modo particular para argumentar que los cambios, sean adaptativos o no, ocurrían inicialmente en el cuerpo de un individuo adulto y luego eran transferidos al plasma germinal, siendo, de ese modo, reproducidos por los descendientes. Para que se produjera un cambio en la constitución del plasma germinal era necesario postular la influencia externa del medio.

> La auténtica posición lamarckista se basa en la afirmación de que el cuerpo, cuando se ve expuesto a condiciones nuevas, puede adquirir un carácter para el cual no existe, en principio, elemento alguno dentro del plasma germinal. (...) La única esperanza de formular una teoría auténticamente ambientalista pasaba por el rechazo del concepto de que existe una sustancia hereditaria en la que se halla codificada de forma permanente toda la información necesaria para producir un organismo nuevo. (Bowler, 1985, p. 91)

Así, del mismo modo que, 50 años antes, Morel había construido la teoría de la degeneración aceptando la hipótesis difundida de la transmisión hereditaria de caracteres adquiridos (sean adaptativos o no adaptativos) a partir de la acción del medio externo, todo parece indicar que, aún con la aparición consolidación y difusión de la teoría darwiniana, mencionada por Kraepelin, los postulados que eran aceptados a inicios de siglo aún están presentes en los textos que Kraepelin dedica a la degeneración.

Referencias Bibliográficas:

BOWLER, P. *El Eclipse del darwinismo*. Barcelona: Ed. Labor, 1985.

CORSI, P. et all. *Lamarck, philosophe de la nature*. Paris: PUF, 2006.

HACKING, I. *Múltipla personalidade*. Rio de Janeiro: José Olympio, 2000.

KRAEPELIN, E. *Clinical Psychiatry. A Text book for students and physicians*. New York: Macmillan Company, 1907.

POSTEL, J. *Introduction à Leçons cliniques sur la démence précoce et la psychose maniaco-depressive*. Paris: Harmattan, 1997.

ROELCKE, V. Biologizing Social Facts: an early 20th century debate of Kraepelin´s concepts of culture, neurasthenia and degeneration. *Culture, Medicine and Psychiatry*, Dordrecht, 21: 383-403, 1997.

A ideia e vida de futuros professores de Biologia: aspectos históricos e filosóficos de um conceito complexo

Simone Sendin Moreira Guimarães
Doutora em Educação Escolar, Professora Adjunto II
Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás
sisendin@ig.com.br

Rones de Deus Paranhos
Mestre em Educação em Ciências e Matemática, Professor Assistente II
Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás
paranhos.rones@gmail.com

Resumo: Historicamente, várias correntes filósóficas se ocuparam em explicar a "vida". Fisicalistas, vitalistas, organicistas além de diversas perspectivas contemporâneas como a autopoiese e a complexidade põem em relevo o tema. Porém, mesmo considerando a importância de uma formação que leve em consideração uma discussão complexa sobre vida, os futuros docentes normalmente tem contato apenas com as definições "fechadas" sobre o conceito o que pode dificultar a problematização desse tema com alunos do Ensino Médio. O objetivo desse trabalho foi discutir como os futuros professores de Biologia explicariam o que é vida para alunos do Ensino Médio. A pesquisa foi desenvolvida com 27 alunos (formandos) de uma Universidade pública do Estado de Goiás. Metodologicamente, a coleta de dados foi realizada a partir de uma questão semi-estruturada e as análises foram realizadas a partir de uma adaptação da análise de conteúdo de Bardin (2011). Os resultados indicam que a maior parte dos futuros professores explicaria a seus alunos a vida a partir de uma lista de características, onde a principal seria a reprodução. Porém, nem sempre essas propriedades são tão abrangentes e isso dificulta uma discussão mais complexa do tema. Entendemos que uma discussão sobre vida a partir de sua história e filosofia no Ensino Médio poderia dar a disciplina uma dinâmica, que proporcionasse um entendimento da área enquanto processo e não apenas como produto.

A palavra Biologia vem do grego *bios*: vida e *logos*: teoria. Presente na filosofia desde Aristoteles, foi durante o Renascimento que a área se diversificou em ramos distintos como botânica, morfologia, anatomia e fisiologia (Japiassú e Marcondes, 2008). Aristóteles, escreveu sobre a vida em uma série de obras iniciada com o texto *De Anima* (Grant, 2009). Para ele a alma está diretamente ligada à vida, assim, o que possui alma possui vida. Para responder a pergunta: o que é a vida? Aristóteles se concentrou nas funções vitais (nutrição, crescimento, sensibilidade, movimento e geração) dos vários tipos de seres, porém é sempre a alma que unifica e explica os fenomênos vivos (Martins e Martins, 2007).

Posteriormente, várias correntes filósóficas se ocuparam em explicar a "vida". Os fisicalistas, por exemplo, tentaram explicar a vida a partir das propriedades de suas partes (Capra, 1996). Entendiam que, a partir do movimento das menores partes poderiam explicar a mecanica da vida orgânica (Canguilhem, 2012; Mayr, 2008). Porém essas explicações não davam conta da complexidade dos processos vitais. Numa espécie de contramovimento surgem o vitalismo e o organicismo, que se opõem à redução da biologia à quimica e à fisica e, portanto, a explicações da vida reduzida à principios dessa área. Para as duas correntes, o comportamento do todo não pode ser reduzido ao estudo das suas partes, porém, o que difere é a explicação que cada uma dá. Para os vitalistas, existe alguma entidade, força, campo não-físico que deve ser acrescentada às leis físicas para entender a vida. Já para os organicistas, o "adicional" está no entendimento das organizações, ou relações organizadoras presentes nos vivos (Capra, 1996). Hoje teorias como da autopoiese (Maturana e Varela, 1997) e da complexidade (Morin, 2002) também tentam pensar a vida a partir de pontos de vistas diferentes, que superem uma compreenção fragmentada, limitante e excludente.

Percebemos, por esse percurso, que talvez um conceito universal para vida seja dificil pois voltaria a reduzir as possibilidades de pensar a vida para além do que conhecemos atualmente. E mais, seria a simplificação de um conceito complexo por natureza. Para Morin (2002) a vida se apresenta de maneira tão diversa que nenhuma definição conseguiria abraçar e articular esse conjunto.

Mesmo entendendo a importância de uma formação que leve em consideração uma discussão complexa sobre vida, os futuros docentes normalmente tem contato apenas com definições "fechadas" sobre o conceito, seja em disciplinas de caráter técnico-científico, seja com o livro didático de Biologia em discussões realizadas nas disciplinas pedagógicas. Considerando que a vida é o objeto de estudo da Biologia, seria possivel probematizar com os alunos de ensino médio "o que é vida" de maneira a superar definições simplificadoras e excludentes? Além disso, será que os futuros professores de biologia conseguem propor essa problematização?

A partir desses questionamentos iniciais, o objetivo deste trabalho foi discutir como futuros profesores de Biologia (licenciandos) explicariam o que é vida para alunos do ensino médio. A pesquisa foi desenvolvida com duas turmas de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (13 alunos do Integral 7º período e 14 alunos do Noturno 9º período) de uma Universidade pública do Estado de Goiás. A coleta de dados foi realizada a partir de uma questão na qual solicitou-se aos futuros docentes que descrevessem como explicariam "o que é vida?" para alunos do ensino

médio. As análises foram realizadas a partir de uma adaptação da análise de conteúdo de Bardin (2011).

A partir da leitura das resposta foram organizadas três categorias[11] de análise conforme a discussão a seguir.

a) Explicação relacionada a lista de caracteristicas/propriedades

Apresentar a vida a partir de lista de características atribuídas aos seres vivos estava presente na resposta de 19 dos 27 futuros docentes pesquisados. De acordo com Corrêa *et al.* (2008) atualmente as tentativas de se definir vida passam quase sempre por listar propriedades comuns a todos os seres vivos, porém, nem sempre essas propriedades são tão abrangentes e satisfatórias. Podem deixar de lado características relacionadas às exceções da Biologia. Nessa categoria também percebemos uma tendência nas propriedades listadas, sendo que existem 15 citações para reproduzir/perpetuar espécie; 10 para crescer/desenvolver/amadurecer; 8 para nascer; 5 para morrer/ter fim e 5 para possuir material genético. Outras 8 características tiveram uma ou duas indicações. Nesse caso a definição "popular" sobre vida relacionada a um ser que "nasce, cresce, reproduz e morre" ainda é a mais presente nos discursos.

b) Explicação relacionada a interações e processos

Alguns dos futuros professores entrevistados além de uma lista de categorias também enfatizaram as relações com o meio onde esses vivem. Essa indicação foi feita por nove indivíduos. Perceber que os seres se relacionam com o meio em diversos níveis pode ser o início de uma compreenção mais complexa dos sistemas vivos. Para Maturana e Varela (1997) o ser vivo não é um conjunto de moléculas e sim uma dinâmica molecular, um processo, uma rede de interações em que os componentes são ao mesmo tempo produtos e produtores da rede (autopoiese).

c) Explicação relacionada a complexidade e pluralidades de explicações acerca da vida

Quatro professores em formação elaboraram uma explicação que envolvia discussões filosóficas sobre a impossibilidade de uma definição fechada para o fenômeno. Para Morin (2002) apresentar o conceito em termos de possibilidade indica que nenhuma definição de vida deve excluir as outras. Para o autor, a noção de vida dever ser respeitada em todos os seus aspectos, inclusive os contraditórios, e isso seria um dos sinais da complexidade do tema.

A partir dos resultados percebemos que os futuros professores ainda tendem a explicar a vida de uma maneira simplificante. É importante

[11] Três futuros professores que responderam a questão apresentada não conseguiram elaborar uma explicação, ficando apenas em definir a biologia como a ciência que estuda a vida.

destacar que a ideia de vida é complexa por natureza e que uma discussão a partir de sua história e filosofia no ensino médio poderia dar à disciplina de Biologia uma dinâmica que proporcionasse um entendimento dos fenômenos estudados pela área enquanto processo e não apenas como produto.

Referências Bibliográficas:

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

CANGUILHEM, Georges. *O estudo de História e de Filosofia da Ciência: concernentes aos vivos e à vida*. Rio de Janeiro: Forense, 2012.

CAPRA, Fritjof. *A teia da vida*. São Paulo: Cultrix/ Amana-key, 1996.

CORRÊA, André. Luis; SILVA, Paloma Rodrigues; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de Biologia. *Filosofia e História da Biologia*, 3: 21-40, 2008.

GRANT, Edward. *História da Filosofia Natural: do mundo antigo a século XIX*. São Paulo: Madras, 2009.

JAPIASSU, Hilton e MARCONDES, Danilo. *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

MARTINS, Roberto de Andrade e MARTINS, Lilian A. Pereira. Uma leitura biológica do 'De Anima' de Aristóteles. *Filosofia e História da Biologia*, 2: 405-426, 2007.

MATURANA, Humberto; VARELA, Francisco. *De máquinas e seres vivos: autopoiese – a organização do vivo*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MAYR, Ernest. *Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MORIN, Edgar. *O Método II – A vida da vida*. Porto Alegre: Sulina, 2002.

Organismos adaptados, seleção natural e restrições do desenvolvimento: Uma discussão epistemológica acerca das relações entre esses conceitos em um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB)

Thais Benetti de Oliveira
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência-Unesp Bauru
thabenetti@fc.unesp.br

Ana Maria de Andrade Caldeira
Profa. Dra.do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência-Unesp Bauru

anacaldeira@fc.unesp.br

Resumo: Uma das temáticas discutidas atualmente no Ensino e Biologia está centrada nos pressupostos estruturais da Teoria Sintética da Evolução e o tratamento epistemológico e didático que a mesma tem recebido perante discussões recentes que evocam interpretações mais pluralistas ao processo de evolução biológica. Os biólogos evolutivos que têm criticado a teoria sintética não refutam a ideia central de que a seleção natural é um mecanismo por meio do qual evolução biológica ocorre, mas questionam a exclusividade atribuída a essa relação: evolução não ocorre apenas por meio da seleção natural. Nesse sentindo, e considerando a importância de trazermos embates científicos recentes para os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, discutimos em um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB), as relações epistemológicas entre os conceitos de organismo adaptado, seleção natural, restrições do desenvolvimento e diversidade de formas orgânicas, de forma que as construções e representações elaboradas pelos alunos do grupo pudessem ser traduzidas em um esquema, cujo escopo didático fosse esclarecer a interdependência entre esses processos biológicos e sua implicação no processo de evolução. Assim, objetivamos colaborar com as pesquisas em Didática da Biologia, além de possibilitar a discussão de conceitos biológicos debatidos atualmente com futuros professores de Biologia, sob a ótica de um tratamento epistemológico para os conceitos, calcando-se em relações que possibilitem um entendimento mais adequado sobre os mesmos e a rede complexa de processos em que estão envolvidos.

O Ensino de Biologia tem sido abordado, tanto no Ensino Superior quanto no Médio, de forma fragmentada e descontextualizada. Essa descontextualização não está relacionada apenas com o distanciamento dos conteúdos da realidade dos alunos, mas também com a falta de atualização e articulação dos mesmos, uma vez que os professores não trabalham, em sala de aula, discussões recentes, bem como uma articulação didática por meio da qual os alunos consigam enxergar relações e questionamentos epistemológicos acerca dos conteúdos dessa ciência. Uma das temáticas discutidas atualmente no Ensino e Biologia, está centrada nos pressupostos estruturais da Teoria Sintética da Evolução e o tratamento epistemológico e didático que a mesma tem recebido perante discussões recentes que evocam interpretações mais pluralistas ao processo de evolução biológica. Os biólogos evolutivos que têm criticado a teoria sintética não relegam a ideia central de que a seleção natural é um mecanismo por meio do qual evolução biológica ocorre, mas questionam a exclusividade atribuída a essa relação: evolução não ocorre apenas por meio da seleção natural. Para Caponi, (2011), o embate relativo à expansão da Síntese Moderna, está lastreado, portanto, no fato do mecanismo de seleção natural ser o axioma ordenador da biologia evolutiva desde Darwin até a nova síntese. Tanto para o darwinismo clássico quanto para a nova síntese, os questionamentos a cerca dos fenômenos

evolutivos são imanentes à ação do mecanismo de seleção natural: é a variedade das formas biológicas o que deve ser explicado e justificado. Ou seja: são as diferenças entre os seres vivos que devem ser explicadas, como aquilo que, a principio, não tínhamos por que esperar (Caponi, 2011). A biologia evolutiva não emerge pela posição dicotômica ou parcimoniosa a esse eixo teórico, mas sim com intuito de complementar o que antes não poderia ser explicado: a existência de semelhanças existentes entre os diferentes táxons, não obstante as diferentes pressões seletivas a que eles estão, ou estiveram, submetidos (Caponi, 2011). Nesse sentido, este trabalho procura problematizar os conteúdos de: diversidade de forma orgânica, seleção natural, desenvolvimento, evolução biológica e organismo adaptado com alunos em formação inicial, em um contexto específico de aprendizagem- reuniões do Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPEB) – desafiando-os a pensar em caminhos que possam ajudá-los a mobilizar conhecimentos já construídos, problematizá-los e organizar uma estrutura lógica, por meio da qual esses conteúdos, sejam integrados. Para tanto, as discussões preconizaram referenciais que caracterizam o conteúdo biológico a partir da integração entre os níveis molecular e celular, níveis das populações, dos ecossistemas e da biosfera, constituindo-se, portanto, por fenômenos complexos e dinâmicos, coesos por uma atividade sistêmica (Meglhioratti, *et al.*, 2008).

Na primeira reunião do grupo de pesquisa, percebemos que os alunos consideravam inviável a ocorrência de processos evolutivos por meio de outro mecanismo que não fosse a seleção natural, tratando as duas palavras (evolução e seleção natural) quase como sinônimos.

Para a teoria sintética – a teoria darwinista que se consolidou a partir dos anos 1930, unificando evolução e genética —, a explicação do processo evolutivo não precisaria de qualquer outro mecanismo além da seleção natural e, no caso da origem de novas espécies, de mecanismos de isolamento reprodutivo. Hoje, a biologia evolutiva é mais pluralista, e está lastreada, tanto à seleção natural como, por exemplo, nas restrições do desenvolvimento (Evo-Devo), na construção do nicho, plasticidade e acomodação, herança epigenética (Pigliucci, 2009).

Assim, precisamos não apenas atribuir um papel causal aos processos do desenvolvimento, mas também situá-los frente aos agentes causais considerados na síntese moderna. E, ainda mais do que isso, caso concordemos que a evo-devo, de fato, contribui para um melhor entendimento do processo evolutivo, por apresentar novos agentes causais na produção da diversidade biológica, precisamos buscar maneiras de incluir esse conhecimento no ensino da evolução, inicialmente, na formação de novos biólogos e professores de biologia (Almeida & El-Hani, 2010).

Por meio das reuniões e discussões realizadas no GPEB, enxergamos caminhos para uma recontextualização didática de alguns conceitos, calca-

dos nas dimensões epistemológicas e representativas do mesmo de forma a construir metodologias que facilitem o ensino e a aprendizagem de conceitos biológicos.

As reuniões do GPEB são realizadas semanalmente durante aproximadamente uma hora. Os textos são enviados por e-mail para os alunos participantes e elaboram questões de problematização. Essas reuniões são gravadas em áudio e posteriormente transcritas para discussão dos dados diagnosticados na fala dos alunos. Uma das dificuldades conceituais exposta pelos alunos nas reuniões está centrada na afirmação de que os organismos, desde que estejam se reproduzindo e alimentando-se, estão maximamente adaptados a seus ambientes, e, portanto são resultados de uma seleção natural que atuou em um rol total de variações. Ou seja, dentre todas as possibilidades possíveis fenotipicamente, a seleção "escolheu" a "melhor", já que o organismo é capaz de realizar atividades vitais e, portanto, está perfeitamente adaptado.

Nesse sentido, é possível inferir que os alunos não entendem o processo de desenvolvimento como um processo que restringe a diversidade de formas orgânicas, as quais seriam inviáveis em alguma etapa do desenvolvimento e, portanto, restringe o "rol" de possibilidades nas quais a seleção natural atua e justifica, portanto os fenótipos existentes. Se esse "rol" não é infinito, -uma vez que o processo de desenvolvimento não é totalmente plástico- não há como afirmar que um organismo está perfeitamente adaptado ao ambiente em questão.

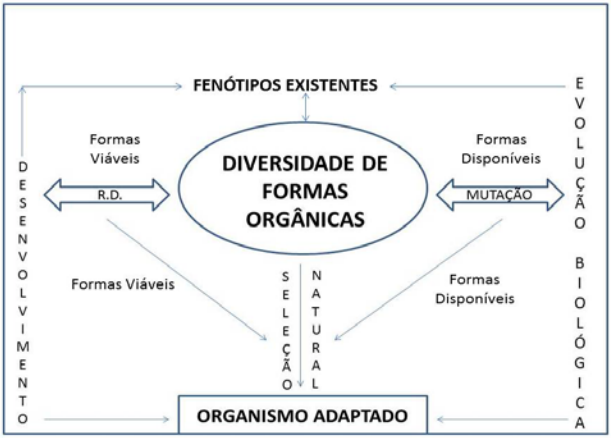
Outro fato que dificulta esse entendimento por parte dos alunos é a falta de entendimento sobre a relação entre desenvolvimento e evolução biológica, processos distintos que, no entanto influenciam-se mutuamente: "a evolução modifica o desenvolvimento (o desenvolvimento evolui!) e o desenvolvimento influencia o curso da evolução, na medida em que, no caso dos organismos multicelulares, ele é o processo responsável pela produção da forma orgânica e, assim, de qualquer inovação morfológica que observemos em tais organismos" (Almeida & El-Hani, 2010 p.13). Nesse sentido, ficou claro nas discussões do GPEB que os alunos não fazem a relação entre as restrições do desenvolvimento e as formas orgânicas existentes, não trabalhando com a possibilidade de existência de fenótipos que poderiam estar mais adaptados, e, no entanto, não chegaram a estar entre a diversidade presente para atuação da seleção natural. Em reuniões subsequentes, quando a pergunta "a seleção natural atua em uma variedade limitada?" era associada com "porque não encontramos outros padrões de formas orgânicas?"; a relação de restrição do desenvolvimento passou a ficar mais clara para os alunos, e os mesmos argumentaram que não era mais possível afirmar que um organismo está perfeitamente adaptado ao ambiente em questão, no espaço e tempo determinados.

Essa falta de relação pode estar lastreada no fato dos alunos atribuírem o processo de evolução biológica unicamente ao mecanismo de seleção natural, além de entenderem que a seleção é capaz de resultar em organismos maximamente adaptados ao ambiente considerado.

De acordo com as discussões trabalhadas nas reuniões do GPEB, propusemos um esquema que traduza e imbricada rede por meio da qual os processos biológicos acontecem, o qual poderá subsidiar diferentes abordagens didáticas nos cursos de Ciências Biológicas. O esquema foi construído com o intuito de trabalhar a relação entre os conceitos de variabilidade, seleção natural, desenvolvimento, evolução biológica e organismo adaptado (não maximamente adaptado!!!), bem como as relações de influência múltipla que um exercerá sobre o outro, sob uma perspectiva sistêmica e integrada, característica dos processos biológicos.

É importante ressaltar que o esquema procurou demonstrar relações que facilitem a visualização da relação entre os conceitos de organismo adaptado, variedade, diversidade orgânica, seleção natural e restrições do desenvolvimento de acordo com a dificuldade conceitual expressa pelos alunos nas reuniões.

Organismos adaptados e a diversidade de formas orgânicas: As relações processuais entre esses conceitos.



RD = Restrições do desenvolvimento.

Avaliar como os alunos constroem suas representações conceituais é uma forma de fornecermos subsídios ao professor, uma vez que o mesmo não consegue avaliar se o conhecimento biológico foi efetivamente interiorizado pelo aluno e, portanto medir o processo de aprendizagem, colaboran-

do com pesquisas em Didática da Biologia, além de possibilitar a discussão de conceitos biológicos debatidos atualmente com futuros professores de Biologia, discutindo um tratamento epistemológico para determinados conceitos, com o intuito de investigar relações que possibilitem um entendimento mais adequado sobre os mesmos e a rede complexa de processos em que estão envolvidos.

Os dados que fomentam as inferências descritas nesse trabalho são decorrentes da análise das falas dos alunos que participaram das reuniões do GPEB. Por razões de espaço, as transcrições não foram incluídas no trabalho.

Referências Bibliográficas:

CAPONI, G. Aproximação epistemológica à biologia evolutiva do desenvolvimento. Pp. 211-224, in: ABRANTES, P. C.; *et al*. (orgs.). *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

———. O darwinismo e seu outro, a teoria transformacional da evolução. *Scientiae Studia*, 3 (2): 233-42, 2005.

EL-HANI, C.N.; ALMEIDA, A. M. R.; Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. *Scientiae Studia*, 8 (1): 9-40, 2010.

EL-HANI, C. N.; MEYER, D. *ComCiência*. Campinas: 107, 2009.

FUTUYMA, D. *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto: SBG/CNPq. 1993.

MEGLHIORATTI, F. A.; ANDRADE, M. A. B. S.; BRANDO, F. R.; CALDEIRA, A. M. A. A compreensão de sistemas biológicos a partir de uma abordagem hierárquica: contribuições para a formação de pesquisadores. *Filosofia e História da Biologia*, 3: 119-138, 2008.

MEYER, D.; EL-HANI, C.N. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Unesp, 2005.

PIGLIUCCI, M. An Extended Synthesis for Evolutionary Biology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1168: 218-228, 2009.

Biologia Histórica e Funcional na Formação Inicial de Professores de Biologia

Veronyca Rivero Corrêa de Souza
Graduanda em Ciências Biológicas-UFSC
veronyca.ufsc@hotmail.com

Thais Gabriella Reinert da Silva
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC

thagrs@gmail.com

João Vicente Alfaya dos Santos
Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica-UFSC
jaocolorado@gmail.com

Resumo: Comumente se afirma que a Evolução Biológica deve ser um dos temas estruturadores do Ensino de Biologia. Logo, é importante que professores de Biologia e Ciências saibam trabalhar adequadamente este tema com seus estudantes, mas para que isto seja realidade, é de se esperar que a sua formação contemple ênfase especial sobre os aspectos evolutivos. Porém, apesar disso, a Biologia não é uma ciência uniforme. Conforme Ernst Mayr, está cindida em dois grandes campos de investigação: a Biologia Evolutiva (que se ocupa das causas remotas) e a Biologia Funcional (que se ocupa das causas próximas). Cientes de que há fenômenos biológicos que podem ser analisados através destes dois grupos de pesquisa, buscaremos investigar, através de questionários, se os graduandos do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina identificam a necessidade de explicações evolutivas para responder a determinadas perguntas, principalmente pelo conceito de função que explicitam. Os debates acerca do conceito de função na Filosofia da Biologia polarizam-se entre uma abordagem etiológica (relativa à história evolutiva) e funcional (relativa ao papel que desempenha no sistema e não a sua origem). A análise desses questionários poderá dar indicativos em relação ao pensamento evolutivo e possibilitar futuras pesquisas sobre a inserção da Filosofia da Biologia na formação inicial de professores.

Já se tornou lugar comum afirmar que a Evolução Biológica deve ser um dos temas estruturadores do Ensino de Biologia (Brasil, 1998; Brasil, 2002; Brasil 2006). Não por acaso, a ideia de uma ciência unificada da vida emergiu na passagem do século XVIII para o XIX por pensadores evolucionistas (Meyer; El-Hani, 2005). O poder que a teoria evolucionista tem para explicar a origem e diversidade dos seres vivos já foi considerado como o doador de sentido para Biologia (Dobzhansky, 1973) e como o próprio pensar biológico (Meyer; El-Hani, 2005). Em outras palavras, é inescapável, ao se falar em Biologia, pensar de forma evolutiva.

Todavia, essa aparente integração abarca campos de pesquisa "distintos". Uma observação um pouco mais aprofundada revela que a Biologia não é uma ciência uniforme, mas sim cindida em dois grandes grupos de investigação, com perguntas e metodologias próprias, conforme o argumento desenvolvido por Ernst Mayr (1988, 2005, 2008). Desta forma, existe uma Biologia preocupada com a fisiologia, com a resposta imediata dos organismos aos estímulos recebidos, sua ecologia e ontogenia; a chamada Biologia Funcional (BF), e uma Biologia cujo cerne é a investigação sobre a

filogenia dos organismos, sobre a origem de novas espécies e de estruturas orgânicas; a Biologia Histórica ou Biologia Evolutiva (BH ou BE).

Para um melhor entendimento, é necessário se ressaltar que estas duas frentes da Biologia não se diferenciam apenas em seus interesses de pesquisa, mas também em suas metodologias, colocando diferentes questionamentos para os fenômenos observados.

A BF busca respostas às perguntas que se iniciam com o pronome interrogativo "como" e para esse grupo de questões, respostas que possuem uma causação próxima são suficientes. Possui uma metodologia laboratorial, experimental e quantitativa, objetivando controlar a maior quantidade de variáveis até entender como clara a funcionalidade de seu objeto de estudo.

Por outro lado, a BE não se satisfaz somente com as perguntas iniciadas pelo "como", mas demanda também outros tipos de perguntas, iniciadas pelo pronome "por que". Consequentemente, necessita de outros tipos de respostas, respostas essas que não podem ser alcançadas através dos métodos de investigação laboratorial, mas através de uma metodologia qualitativa, mais observacional, de narrativas históricas e da inferência de cenários hipotéticos. A causação, aqui, passa a ser remota, distante, atuante nas populações e não mais nos organismos individuais.

É necessário ressaltar, antes de tudo, que o conceito de evolução afeta vários campos do conhecimento (Futuyma, 1992), e exatamente por esta razão, tornam-se complicadas as consequências das más interpretações do conceito de Evolução Biológica. Quando não analisados sob o escopo da ciência, alguns aspectos do pensamento evolutivo são indevidamente incorporados em outros campos de conhecimentos mais difundidos ou populares, situação que, somada à complexidade interna da teoria, torna-a um desafio no campo do ensino. Historicamente, a Evolução Biológica já foi tomada como pretensa justificativa científica para dominação de certas classes sociais sobre outras, o chamado darwinismo social (Gould, 1991), e também como forma de legitimar a ideologia do racismo (Magnoli, 2011). É importante que professores de Biologia e Ciências, saibam trabalhar adequadamente este tema com seus estudantes, mas para que isto seja realidade, é de se esperar que a formação destes professores de Biologia e de Ciências contemple ênfase especial sobre os aspectos evolutivos. É sobre essa temática que buscaremos desenvolver o presente trabalho. Aqui, daremos os primeiros encaminhamentos da pesquisa que no futuro será ampliada.

Cientes de que há fenômenos biológicos que podem ser analisados através dos dois grupos de investigação (BF e BH), acreditamos que a escolha entre estes na explicação das narrativas descritivas destes fenômenos possa ser utilizada como indicadora do alcance do pensamento evolutivo na visão de mundo dos professores em formação. Assim sendo, buscaremos investigar através de questionários, se os futuros professores de Ciências e Biolo-

gia da Universidade Federal de Santa Catarina identificam a necessidade do pensamento evolutivo para responder a determinadas perguntas.

Uma possível via para realizar essa pesquisa é investigar os modos distintos de explicação para os dois campos através, por exemplo, do conceito de função (Carmo; Nunes-Neto; El-Hani, 2009; Carmo; Nunes-Neto; El-Hani, 2012). O debate sobre o conceito de função é amplo dentro da Filosofia da Biologia (Cummins, 1975; Wright, 1973; Chediak, 2008; Chediak, 2011). Ao passo que a abordagem etiológica de Larry Wright coaduna-se com a BH e, saliente-se, essencialmente selecionista, a proposição sistêmica ou analítica de Robert Cummins aproxima-se de um quadro epistemológico consistente com a BF. Para investigar as explicações dos professores em formação, serão elaborados questionários com situações que demandam um ou outro tipo de explicação preferencialmente.

A categorização proposta pelo estudante, somada aos dados como área de interesse do estudante, laboratório de pesquisa e trajetória acadêmica servirá de ponto de partida para discutir a proximidade ou o distanciamento que o Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFSC proporciona em relação ao pensamento evolutivo.

Aliada a esta investigação, é possível, a exemplo de Silva e Teixeira (2011), verificar o modo que o tema Evolução Biológica é trabalhado neste curso de licenciatura, não apenas analisando as ementas das disciplinas presentes, mas também questionando os graduandos sobre quais disciplinas abordam conteúdos sobre evolução, e o modo como interligam esta temática a outras. Uma investigação deste tipo pode inferir o quanto que os graduandos são instigados a recorrer à BE para entender determinados fenômenos biológicos, em comparação com a BF.

A partir das análises desses questionários, novos encaminhamentos poderão ser dados para uma aproximação maior da Filosofia da Biologia na formação inicial de professores e de como essas questões poderão permear esse processo formativo. Salientamos que essa aproximação é benéfica e já defendida por vários autores, a exemplo de Matthews (1995), Carneiro e Gastal, (2005) e Corrêa, Meglhioratti e Caldeira (2011).

Referências Bibliográficas:

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Volume 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais /Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2002.

CARMO, Ricardo Santos; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel Niño. Explicações funcionais em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Pp. 5-15, in: *Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências - Anais*, Florianópolis, 7, 2009.

———. É legítimo explicar em termos teleológicos na biologia? *Revista da Biologia*, 9 (2): 28-34, 2012.

CARNEIRO; Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. *Ciência & Educação*, 11 (1): 33-39, 2005.

CHEDIAK, Karla. *Filosofia da Biologia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

———. Função e explicações funcionais em Biologia. Pp. 83-96, in: ABRANTES, Paulo (org.). *Filosofia da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CORRÊA, André Luis; MEGLHIORATTI, Fernanda Aparecida; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. O uso da História e da Filosofia da Biologia para o ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. Pp. 115-133, in: CARNEIRO, Marcelo Carbone (org.). *História e Filosofia das Ciências e o ensino de Ciências*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

CUMMINS, Robert. Functional analysis. *The Journal of Philosophy*, 72:741-765, 1975.

DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in Biology makes sense except in the light o Evolution. *The American Biology Teacher*, march:125-129, 1973.

FUTUYMA, Douglas J. *Biologia Evolutiva*. 2ª edição. Trad. de Mário de Vivo e Fábio de Melo Sene. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

GOULD, Stephen Jay. *A falsa medida do homem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

MAGNOLI, Demétrio. *Uma gota de sangue*: *história do pensamento racial*. São Paulo: Contexto, 2009.

MATTHEW, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino Física*, 12(3):164-214, 1995.

MAYR, Ernst. *Biologia, ciência única*: *reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

———. *Toward a new Philosophy of Biology*: *observations of an evolutionist*. Cambridge, Ma.: The Harvard University Press, 1988.
———. *Isto é Biologia*: *a ciência do mundo vivo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Niño. *Evolução*: *o sentido da Biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005.
SILVA, Maria Graziélle Bossi da; SILVA, Rejâne Maria Lira da; TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. A evolução biológica na formação de professores de Biologia. Pp. 5-15, in: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-Anais*, Campinas, 8, 2011.
WRIGHT, Larry. Functions. *The Philosophical Review*, 82: 139-168, 1973.

Afinal, o que os genes têm de tão especial? DST como uma teoria materialista do desenvolvimento e da herança.

Victor X. Marques
Bacharel em Ciências Biológicas, Mestre em Filosofia Doutorando em Filosofia, PUCRS
victorxis@gmail.com

Resumo: Os teóricos dos sistemas de desenvolvimento argumentam que não é possível determinar, entre as várias causas materiais que contribuem para o desenvolvimento, uma classe privilegiada de replicadores. Por isso não falam de replicantes, de uma herança unidirecional, unívoca e geneticamente transmitida, mas de uma reconstrução completa do organismo a cada ciclo de vida, a partir dos diversos recursos (qualitativamente distintos, mas paritários em importância) transmitidos entre gerações por vias distintas; referem-se não apenas ao genoma, mas a uma complexa matriz de desenvolvimento. Genes não são replicadores que passam de uma geração para outra carregando a informação para construir organismos: é o processo inteiro de desenvolvimento que reconstrói a si mesmo a partir de vários recursos e vias causais interdependentes. A ênfase materialista da Teoria dos Sistemas de Desenvolvimento (DST, na sigla em inglês) serve como um contraponto saudável aos abusos genocêntricos e a concepções abstratas de informação. Mas a desconfiança em relação a descrições simbólicas pode conduzi-la ao erro contrário: subestimar a importância da transmissão genética como condição fundamental para a evolução de sistemas complexos. Argumentamos que embora as ressalvas levantadas pelos teóricos da DST estejam essencialmente corretas, há duas características que distinguem os genes em relação aos outros componentes que participam do ciclo de desenvolvimento: especificidade e estabilidade.

Muitos autores, como Richard Dawkins (1982), preferem adotar uma postura epigenética quando se trata do desenvolvimento, mas enfatizam unicamente a participação dos genes quando se trata de processos evoluti-

vos. Para Dawkins é perfeitamente verdadeiro que vários fatores ambientais participam da determinação do fenótipo, e são absolutamente necessários para o desenvolvimento; ainda assim, ele argumenta que os fatores genéticos merecem um *status* especial porque são os únicos que passam adiante; os organismos morrem, e com eles os efeitos fenotípicos do ambiente no desenvolvimento, mas os genes se replicam, ao contrário dos fatores não genéticos envolvidos (Dawkins, 1982).

Os teóricos dos sistemas de desenvolvimento (Oyama *et al.*, 2001) contra argumentam que não é possível, por princípio, determinar, entre as várias causas materiais que contribuem para o desenvolvimento do organismo, uma classe privilegiada de replicadores. Segundo eles, só seria razoável afirmar que os genes (e apenas eles) são unidades de seleção se esses desempenham um papel destacado e privilegiado no processo de desenvolvimento. De acordo com eles, não é o caso. Enfatiza-se que os organismos herdam bem mais do que só o DNA nuclear. A herança epigenética citoplasmática (formada principalmente por gradientes metabólicos, marcadores cromossômicos diversos e estruturas celulares que atuam como molde para sua replicação, tal como as membranas) tornou-se em anos recentes alvo de diversos estudos e discussões, e a existência desses chamados "canais de herança" alternativos já está agora corroborada com suficiente material empírico (Jablonka & Lamb, 1995; Moss, 2004). Os organismos herdam também comportamentos, culturalmente transmitidos, e modificações ambientais efetuadas por seus antecessores; aves aprendam o canto pelos pais, hábitos são disseminados e preservados por grupos sociais, pais ensinam truques aos filhotes, os filhotes aprendem modos de conduta e soluções para problemas práticos ao observar os membros mais velhos do grupo, estruturas externas, como ninhos ou mesmo conchas, podem ser herdadas, alterações consistentes no ambiente afetam as gerações seguintes. É por isso que os teóricos dos sistemas de desenvolvimento não falam apenas de replicantes, e de uma herança unidirecional, unívoca e geneticamente transmitida, mas de uma reconstrução completa do organismo a cada ciclo de vida, a partir dos diversos recursos (qualitativamente distintos, mas paritários em importância) transmitidos entre gerações por vias igualmente distintas; referem-se não mais apenas ao genoma, mas a toda uma complexa matriz de desenvolvimento.

O desenvolvimento envolve uma série de fatores, ambientais ou internos, e, mesmo dentro da última categoria, genéticos e não-genéticos. Para fundamentar a assertiva de que a evolução é meramente a mudança de frequências gênicas (equivalendo assim os padrões de desenvolvimento observados com os recursos genéticos disponíveis) é necessário, antes de tudo, demonstrar que os genes são causas materiais ontologicamente diferenciadas do restante dos recursos envolvidos, isso é, provar que é possível, em

última análise, atribuir o desenvolvimento à ação dos genes. A ideia de que os genes são os replicadores que passam de uma geração para outra carregando informação intrínseca capaz de comandar o processo de construção dos organismos simplesmente não é razoável: é o processo inteiro de desenvolvimento que reconstrói a si mesmo a partir de vários recursos e vias causais interdependentes.

Os defensores da teoria dos sistemas de desenvolvimento (ou simplesmente DST – *Developmental Systems Theory*) sustentam que muitas alegações a respeito do gene, que passam quase como óbvias e auto-evidentes, são insustentáveis do ponto de vista teórico crítico. O DNA não é (nem carrega) um programa para o desenvolvimento. Os genes não são autoreplicadores, a não ser em um sentido amplo no qual membranas, gradientes citoplasmáticos e padrões de metilação, e todos esses fatores causais citados acima, também são; tampouco são as únicas unidades de seleção. Genes são segmentos moleculares cujos efeitos são altamente sensíveis ao contexto global no qual se encontram inseridos. Eles se expressam servindo de *template* para a produção de um produto físico adicional que interagirá com uma complexa rede causal envolvendo outros genes e seus produtos imediatos, assim como a estrutura e os constituintes iniciais da célula e as entradas de material e energia desde o ambiente no qual o organismo se desenvolve. Assim, seus efeitos sempre são o resultado em rede mediado por todos esses outros fatores.

Em suma, a DST se consiste na defesa vigorosa de cinco teses básicas (Griffiths & Knight, 1998):

1. Paridade: diferenças empíricas entre os padrões de causação dos fatores envolvidos no desenvolvimento, mesmo quando qualitativos, não justificam a diferenciação metafísica que usualmente é feita entre eles.

2. Anti-preformacionismo: os partidários da DST negam que é possível afirmar que o DNA contém representações informacionais de caracteres – ou seja, que há "genes para". Só há "genes para" no sentido de que existem sequências de nucleotídeos que são necessárias, e imprescindíveis, para o desenvolvimento de alguns caracteres.

3. Contextualismo: é o aspecto positivo da crítica pré-formacionista. Os genes não codificam para caracteres porque os efeitos fenotípicos desses fatores moleculares dependem largamente de seu contexto celular, extracelular e mesmo extra-organismo; portanto, não é correto assumir que os genes, abstratamente, possuem algum significado, no sentido simbólico, ou seja, que carreguem informação intencional, teleosemântica.

4. Indivisibilidade: é a tese segundo a qual os efeitos individuais das causas genéticas e ambientais do desenvolvimento não podem ser distinguidos. Os efeitos de todas as causas envolvidas são dependentes de contexto. Reificar o gene é tomar seus efeitos em um contexto específico, desenraizá-

los da estrutura causal complexa envolvida e atribuí-los a uma sequência particular de nucleotídeos – que pode estar presente mesmo em situações onde as exigências contextuais não se aplicam e, portanto, o efeito não é observado.

5. Materialismo: é o compromisso da DST com causas materiais efetivas (e sua exigência por mecanismos concretos, ao invés de *caixas-pretas*), e, por conseguinte, a suspeita em relação a conceitos teleológicos, ao funcionalismo, e à visão de gene como portador de informação.

A ênfase materialista da DST serve como um contraponto saudável aos abusos genocêntricos e a concepções abstratas de informação, e pode funcionar assim como um bom ponto de partida para uma análise crítica do fenômeno biológico. Mas desconfiança extrema em relações a descrições simbólicas pode conduzi-lo ao erro contrário, isso é, o de subestimar a importância do DNA e da transmissão genética como condições fundamentais para a evolução de sistemas complexos. Argumentamos que embora todas as ressalvas e objeções levantadas pelos teóricos da DST estejam essencialmente corretas, eles falham em não dar suficiente atenção para duas características que distinguem os genes em relação aos outros componentes que participam do ciclo de desenvolvimento: especificidade e confiabilidade (estabilidade). A primeira característica é essencial para garantir o controle fino necessário para a regulação de sistemas complexos e a segunda é condição fundamental para uma dinâmica evolutiva *open-ended*, que possibilita o aumento indefinido de complexidade.

Referências Bibliográficas:

DAWKINS, R. *The extended phenotype*. Oxford University Press, Oxford, 1982.

GRIFFITHS, P. E. & KNIGHt, R. D. What is the developmentalist challenge? *Philosophy of Science*, 65: 253-258, 1998.

JABLONKA, E. & LAMB, M. J. *Epigenetic Inheritance and Evolution.* Oxford University Press, Oxford, 1995.

LEWONTIN, R. C. Gene, organism and environment. Pp.273-286, in: BENDALL, D. S. (ed.). *Evolution from molecules to men.* Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

MOSS, L. *What genes can't do*. Cambridge: The MIT Press, 2004.

OYAMA, S. *The ontogeny of information*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

Wallace, Sclater e os modelos de distribuição biogeográfica

Viviane Arruda do Carmo

Doutora em Educação, Coordenadora Pedagógica da EMEF Idêmia de Godoy, Professora da Faculdade Sumaré
arrudacarmo@ig.com.br

Resumo: Desde o início de sua carreira como naturalista, além de se interessar pela origem das espécies, Alfred Russel Wallace (1823-1913) se preocupou com a distribuição geográfica dos animais e plantas. Wallace não foi o único autor de sua época a se interessar pela "biogeografia". Outros autores como Philip Lutley Sclater (1829-1913) e Charles Darwin (1809-1882) também se debruçaram sobre este assunto. O objetivo desta comunicação é discutir a proposta de Sclater dentro do contexto da biogeografia da época, procurando apontar em que evidências ele se baseou. Pretendemos também apontar quais aspectos da proposta de Sclater estavam presentes nos modelos de distribuição geográfica das várias classes de seres vivos elaborados por Wallace bem como o que ele acrescentou de novo em relação ao assunto.

Desde o início de sua carreira como naturalista, além de se interessar pela origem das espécies, Alfred Russel Wallace (1823-1913) se preocupou com a distribuição geográfica dos animais e plantas. Antes de viajar para a Amazônia, escreveu para seu amigo entomologista Henry Bates (1825-1892) contando que sua principal preocupação era resolver o problema da origem das espécies através do estudo detalhado de seu assunto favorito: variações, arranjos e distribuição das espécies (Carmo, 2011, p. 85).

Wallace não foi o único autor de sua época a se interessar pela "biogeografia". O próprio Darwin durante o processo de construção de sua teoria evolutiva se debruçou sobre os modelos de distribuição geográfica dos mamíferos, principalmente aqueles que se encontravam no Arquipélago Malaio. Charles Lyell (1797-1875), que defendia a fixidez das espécies na primeira edição do *Principles of Geology* (1839) também atribuiu importância a este assunto.

Philip Lutley Sclater (1829-1913), zoólogo inglês, propôs em 1858 um modelo de distribuição biogeográfica para explicar a distribuição das aves. De acordo com este modelo, a Terra podia ser dividida em seis grandes regiões. Eram elas: (1) Neotropical, compreendendo a América do Sul, México e o Ocidente Indiano; (2) Neártico, constituída pelo restante da América; (3) Paleártica, composta pela Europa, Norte da Ásia, Japão e norte da África; (4) Etiópia, constituída pelo resto da África e Madagascar; (5) Indiana, compreendendo o sul da Ásia e a metade ocidental do Arquipélago Malaio; (6) Australiana formada pela metade ocidental das ilhas do Arquipélago Malaio, Austrália e a maioria das ilhas do Pacífico. Cada uma dessas seis regiões se caracterizava por uma série de gêneros e até mesmo famílias de aves que lhe eram peculiares (Sclater, 1858).

De acordo com Wallace a maior parte dos modelos de distribuições "biogeográficas" propostas na época eram delimitadas artificialmente por linhas de latitude e longitude. Dentre essas, considerou que a de Swainson, (1835) era a mais natural e a primeira a levar em conta todas as classes de animais. Contudo, devido a seu caráter metafísico, Swainson cometera muitos equívocos tais como a junção da América do Norte e América do Sul em uma única região e a junção do Norte da Ásia com a Índia, em vez da Europa (Wallace,1864, p. 2). Mas a publicação do ensaio de Sclater sobre a distribuição geográfica das aves impressionou Wallace de modo bastante favorável, levando-o afirmar que "as seis regiões ornitológicas representavam a verdadeira divisão Zoológica e Botânica da Terra e foram bem adaptadas para se tornar a base para um sistema geral de regiões ontológicas" (Carmo, Martins & Bizzo, 2012, p. 130).

Em 1864, Wallace publicou um ensaio contendo diversos casos anômalos referentes aos padrões de distribuição geográfica relacionados às suas observações no Arquipélago Malaio (Wallace, 1864).

Um tipo de discrepância que chamou bastante a atenção de Wallace no Arquipélago Malaio foi que alguns grupos de insetos das Ilhas Molucas e Nova Guiné se assemelhavam muito mais aos tipos indianos do que aos australianos (Wallace, 1864, p. 3-4). Considerando que as ilhas de Molucas e Nova Guiné estão mais próximas da Austrália do que a Índia, este fato era um enigma para Wallace.

Em relação aos mamíferos, o naturalista comentou que embora a maioria deles se enquadrasse nas divisões de Sclater, em alguns casos isso não ocorria. Os quadrúpedes do Norte da África eram os mesmos que os da Etiópia, enquanto que as aves e répteis eram semelhantes às que se encontravam na Europa (Wallace, 1864, p. 4). Procurando explicar essas e outras anomalias, Wallace propôs os seguintes princípios:

> 1)Todas as espécies têm uma tendência a se difundir em amplas áreas, sendo que algumas delas se tornam espécies dominantes;
>
> 2) A existência de barreira dificulta ou mesmo impede a difusão das espécies;
>
> 3) A mudança progressiva de espécies ou sua substituição por formas afins tem ocorrido de modo contínuo no mundo orgânico;
>
> 4) Mudanças na superfície terrestre têm levado à destruição de velhas e formação de novas barreiras;
>
> 5) Alterações no clima e das condições físicas freqüentemente favorecem a difusão e aumento de um grupo, mas levam à redução ou extinção de outros grupos. (Wallace, 1864, p. 4)

Por outro lado, Wallace estava consciente das dificuldades conceituais e práticas em estabelecer um sistema de regiões biogeográficas válido para todos animais e plantas. Ele comentou:

> Nenhuma região pode ser dividida com exatidão a partir da observação da biogeografia dos animais e plantas, uma vez que a distribuição das diversas classes, ordens e até mesmo famílias, são diferentes porque os seres orgânicos diferem em seu modo de dispersão, na sua variabilidade e seu modo de agir entre si e com o mundo externo. (Wallace, 1864, p. 13)

Em 1899, Sclater admitiu que suas seis regiões originais haviam contribuído para a ortodoxia biogeográfica, particularmente, após o endosso feito por Wallace em seu tratado de 1876.

De acordo com Fichman (2004), apesar dos extensivos debates que ocorreram no século XIX sobre a precisão em relação à delimitação das regiões biogeográficas, o apoio ao modelo de distribuição geográfica das aves de Sclater por Wallace havia sido convincente. A elaboração do Atlas de Zoogeografia da *Royal Geographical Society* em 1911, se baseou em grande parte no modelo biogeográfico de Sclater aprimorado por Wallace.

O objetivo desta comunicação é discutir a proposta de Sclater dentro do contexto da biogeografia da época, procurando apontar em que evidências ele se baseou. Pretendemos também apontar quais aspectos da proposta de Sclater estavam presentes nos modelos de distribuição geográfica das várias classes de seres vivos construídos por Wallace bem como o que ele acrescentou de novo em relação ao assunto.

Este estudo levou à conclusão de que embora Wallace tenha defendido e se baseado no modelo de distribuição biogeográfico de Sclater para explicar a distribuição geográfica de outras classes de animais, ele não negou os problemas a ela inerentes. Apontou a existência de casos anômalos de distribuição geográfica de alguns grupos que não se enquadravam na proposta de Sclater. Para Wallace era importante esclarecer esses casos, pois os mesmos estavam intrinsecamente relacionados com a compreensão da história da terra e dos processos evolutivos.

Referências Bibliográficas:

CAMERINE, Jane R. “Evolution, biogoegraphy, and maps: an early history of Wallace’s Line”. *Isis*, 84 (4): 700-727, 1993.

CARMO, Viviane Arruda; PEREIRA, Lilian Al-Chueyr Pereira; BIZZO, Marco NelioVincenzo. As contribuições de Alfred Russel Wallace para a biogeografia. *Filosofia e Historia da Biologia 7* (1): 19-233, 2012.

FICHMAN, Martin. *An elusive victorian.* Chicago: Chicago University Press, 2004.

HERNANDEZ, Alfredo Bueno; BOUSQUETS, Jorge Llorente. *El Pensamiento Biogeográfico de Alfred Russel Wallace*. Bogotá: Academia Co-

lombiana de Ciencias Exatas, Fisicas y Naturales, Editora Guadalupe , 2003.
RABY, Peter. *Alfred Russel Wallace. A life*. New Jersey: Priceton University Press, 2001.
SCLATER, Philip Lutley. On the general distribution of members of the class aves. *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London*, 2: 130, 1858.
WALLACE, Alfred. *Darwinism: an exposition of theory of natural selection with some of its applications.* 2. ed. London: Macmillan, 1890.
———. On the natural history of the Aru islands. *The Annals and Magazine of Natural History*, 20: 473-477, 1857.
———. On the zoological geography of the Malay Archipelago. *Journal of the Linnean Society of London, zoology*, 4: 172-184.
———. On the physical geography of the Malay Archipelago. *Journal of the Royal Geography Society*, 33: 217-234, 1860.
———. *The geographical distribution of animals: with a study of the relations of living and extinct faunas as elucidating the past changes of the earth's surface*. 2 volumes. London: Macmillan & Co., 1876.

As concepções evolutivas de Henry Fairfield Osborn nos estudos dos fósseis: uma contribuição

Waldir Stefano
Doutor em História da Ciência. Professor Adjunto da Universidade Presbiteriana Mackenzie e Universidade Cruzeiro do Sul. Grupo de Estudos em História da Geologia e Paleontologia da Universidade Presbiteriana Mackenzie.
stefano@mackenzie.br

Sabrina Souza de Almeida
Grupo de Estudos em História da Geologia e Paleontologia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
ssouzalmeida@hotmail.com

Mariana Inglez dos Reis
Grupo de Estudos em História da Geologia e Paleontologia da Universidade Presbiteriana Mackenzie
mariana_inglez@ib.usp.br

Resumo: Henry Fairfield Osborn (1857-1935) fez várias contribuições para a biologia e para outras diferentes áreas do conhecimento como educação, ciência,

religião e antropologia. Dedicou-se aos estudos de paleontologia desde quando ainda era estudante de graduação. No curso de geologia já havia feito um reconhecimento geológico de montanhas e participou de expedição científica coletando fósseis de vertebrados e plantas. Após formar-se, trabalhou durante vinte anos na universidade de Princeton, onde publicou artigos científicos sobre paleontologia dos mamíferos, anfíbios e répteis. Sob a influência principalmente de Thomas Henry Huxley (1825-1895), Osborn interessou-se pelos estudos evolutivos. Osborn utilizou vários modelos evolutivos como processos responsáveis pelas origens de várias características encontradas nos fósseis que estudou, desde princípios defendidos por Lamarck até as ideias apresentadas por Darwin, inúmeras vezes contemplando os dois naturalistas como subsídios para suas explicações evolutivas. Este trabalho mostra de que maneira Osborn utilizou princípios evolutivos como forma de explicar as variações encontradas nos fósseis descobertos e descritos no período e quais foram os pesquisadores que deram base às suas ideias.

Henry Fairfield Osborn nasceu em 8 de agosto de 1857, na cidade de Fairfield em Connecticut. Filho de William Henry Osborn e Virginia Reed Osborn, ambos descendentes de famílias vindas da Nova Inglaterra. Osborn estudou no Collegiate Institute, em Nova Iorque para se preparar para Princeton. Como estudante de graduação no curso de geologia já havia feito um reconhecimento geológico das montanhas do rio Hudson e participou da expedição científica de Princeton, em 1877, coletando fósseis de peixes, mamíferos e de plantas do período do Eoceno no Colorado. Durante o ano seguinte, como estudante de pós-graduação no E. M. Museu de Geologia e Arqueologia da faculdade de Nova Jersey*, Osborn estudou fósseis de vertebrados comparando-os com os materiais descritos por Edward Drinker Cope (1840 - 1896) e Othniel Charles Marsh (1831- 1899).

Em 1879 e 1880, Osborn estudou anatomia comparada na Royal College of Science com Thomas Henry Huxley (1825 – 1895). Este período foi de grande importância para sua carreira.

A universidade de Princeton introduziu-o aos melhores meios sociais e universitários, sendo convidado a participar de expedições a procura de fósseis no oeste da América do Norte. Durante o período compreendido entre os anos de 1879 e 1880 em Londres , Osborn não somente fez amizades com Huxley, Francis Galton (1822-1911), Leonard Darwin (1850-1945) e vários outros, como também adquiriu interesse por questões evolutivas.

Em 1880, Osborn foi nomeado membro da Comunidade de Biologia e em 1881, doutorou-se em ciências ocupando logo em seguida o cargo de assistente de professor na disciplina de Anatomia Comparada, ainda por Princeton.

* Atual E. M. Museu de Geologia e Arqueologia da Universidade de Princeton.

Durante seus vinte anos na universidade de Princeton publicou principalmente artigos científicos sobre paleontologia dos mamíferos, mas também publicou material científico sobre anfíbios e répteis.

Sob a influência de Huxley, Osborn se interessou por estudos evolutivos e em 1886 suas pesquisas sobre vestígios de dentes e mandíbulas de mamíferos do Mesozóico do British Museum apresentaram uma abordagem evolutiva que concordava com a visão de Cope sobre a origem dos tritubercULados, tornando-se depois uma teoria amplamente conhecida. Osborn se identificou com os trabalhos de Cope desde o início de seus estudos o que possibilitou realizar alguns trabalhos com ele.

Desde o seu contato com os estudiosos ingleses da evolução, Osborn manteve um interesse pelo tema, tentando aplicar os princípios do uso e desuso, seleção natural e outras teorias nos seus estudos.

Osborn casou-se em 1881 com Lucretia Thatcher Perry (1858-1930) e teve cinco filhos. Aos 34 anos, em 1891 foi convidado pela Universidade de Columbia para assumir o novo departamento de Biologia e pelo Museu Americano de História Natural de Nova Iorque para cuidar do departamento de paleontologia de mamíferos.

Henry Fairfield Osborn fez várias contribuições para a Biologia e para outras diferentes áreas do conhecimento como educação, ciência, religião e antropologia.

Osborn morreu em 1935, sentado em sua mesa de trabalho enquanto preparava-se para mais um dia de trabalho.

Uma maneira de se perceber a importância dos aspectos evolutivos em seus estudos é a representação frequente que Osborn utilizava para exemplificar a relação da vida e a evolução utilizando a fórmula: H x O x E x S. A letra "H" representaria hereditariedade que incluía somente modificações nas células embrionárias e seria o fator mais estável; a letra "O" significava a ontogenia que se referia à expressão da hereditariedade, às modificações e adaptações, e à influencia do ambiente nas células embrionárias (germe do plasma) e que seria o processo mais instável; a letra "E" (*environment*, em inglês) representava ambiente, que incluía toda a natureza externa do organismo e finalmente a letra "S" significava seleção, que representava toda competição e sobrevivência das espécies. Essa expressão mostrava a relação interna existente entre esses processos em que o sinal "x" entre as letras significava "influenciando" ou "influenciado por". É interessante notar que para Osborn qualquer hipótese que trate esses processos separadamente estaria incorreta.

Um exemplo significativo dessa lei pode ser encontrado nos trabalhos do mesmo pesquisador com titanotérios (família extinta de mamíferos placentários da ordem dos Perissodactyla). Baseando-se em medidas de crânios e dentes, e em comparações de espécimes encontrados em diferentes estra-

tos geológicos, Osborn afirmou que seu estudo parece confirmar sua hipótese concluindo que: a hereditariedade aparentemente é dominante na origem de novas cúspides nos dentes, pois os mesmos resultados aparecem independentes em descendentes do mesmo ancestral; a ontogenia aparentemente é responsável pela mudança da forma do crânio, pois descendentes de um mesmo ancestral apresentavam comprimentos divergentes do crânio; o ambiente, além de sua ação indireta através da hereditariedade e ontogenia, seria dominante em casos de aumento de tamanho, Osborn exemplifica que quatro grupos de titanotérios apresentavam um aumento no tamanho corporal enquanto um quinto grupo possuía tamanho reduzido; a seleção parecia operar especialmente nas variações da largura e comprimento do crânio, relacionando-se aos hábitos alimentares desses animais. Esse estudo explicaria especialmente a origem de novos caracteres que posteriormente se tornariam hereditários.

Osborn baseou-se em vários princípios evolutivos para explicar suas observações dos fósseis, como a transmissão de caracteres adquiridos, conceito aceito por muitos zoólogos nesse período. Para Henry F. Osborn havia evidências paleontológicas e morfológicas suficientes mostrando que esses caracteres são transmitidos.

Para exemplificar a importância do princípio da transmissão de caracteres adquiridos Osborn discorre sobre a formação dos dentes nos cavalos. O primeiro ancestral do cavalo seria o *Hyracotherium* que teria a formação das cúspides dos seus dentes originadas a partir de padrões de desgastes que seriam transmitidos hereditariamente para a linhagem sucessiva evolutiva dos cavalos.

Henry Fairfield Osborn entre o período de 1878 e 1938 publicou cerca de 6170 páginas sobre paleontologia, 796 páginas sobre evolução e 143 páginas sobre hereditariedade.

Osborn utilizou vários modelos evolutivos como processos responsáveis pelas origens de várias características encontradas nos fósseis que estudou, desde princípios defendidos por Lamarck até as ideias apresentadas por Darwin, inúmeras vezes contemplando os dois naturalistas como subsídios das suas explicações evolutivas. Este trabalho mostra de que maneira Osborn utilizou princípios evolutivos como forma de explicar as variações encontradas nos fósseis descobertos e descritos no período e quais foram os pesquisadores que orientaram o suporte de suas ideias.

Referências Bibliográficas:

BALDWIN, James M. *Development and evolution*. New York: The Macmillan Company, 1902.

GREGORY, William K. Biographical memoir of Henry Fairfield Osborn. *National Academy of Sciences*, 19 (3): 53-119, 1937

OSBORN, Henry F. The four inseparable factors of evolution. theory of their distinct and combined action in the transformation of the Titanotheres, an extinct family of hoofed animals in the Order Perissodactyla. *Science,* 27 (682): 148-150, 1908.
———. “Mutations” of Waagen and “mutations” of De Vries, or “rectigradations” of Osborn. *Science,* 33 (844): 328, 1911.
———. Darwin's theory of evolution by the selection of minor saltations. *The American Naturalist,* 46 (542): 76-82, 1912.
———. The paleontological evidence for the transmission of acquired characters. *Science,* 15 (367): 110-111, 1890.
———. William Bateson on darwinism. *Science,* 55 (1417): 194-197, 1922.
———. The limits of organic selection. *The American Naturalist,* 31 (371): 944-951, 1897.
———. The hereditary mechanism and the search for the unknown factors of evolution. *The American Naturalist,* 29 (341): 418-439, 1895.
———. The difficulties in the heredity theory. *The American Naturalist,* 26 (307): 537-567, 1892.
———. Orthogenesis as observed from paleontological evidence beginning in the year 1889. *The American Naturalist,* 56 (643): 134-143, 1922.
———. Origin of single characters as observed in fossil and living animals and plants. *The American Naturalist,* 49 (580): 193 -239, 1915.
———. Resemblances and contrasts between zoologic and palæontologic research in mammalogy.desirability of uniform standards and systems in classification, in description, in measurement, in reasoning. *Journal of Mammalogy,* 2 (1): 1-11, 1921.
———. Homoplasy as a law of latent or potential homology. *The American Naturalist,* 36(424): 259-271, 1902.
———. Hesperopithecus, the first anthropoid primate found in america. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* 8 (8): 245-246, 1922.
———. Heritage and habitus. *Science,* 45 (1174): 600-661, 1917.
———. Heredity and the Germ-Cells. *The American Naturalist,* 26 (308): 642-670, 1892.
———. The Origin of Species as revealed by vertebrate paleontology. Edinburgh: Nature, 1925.
———. Correlation of the cenozoic through its mammalian life. *The American Naturalist,* 18 (3): 201-215, 1910.
———. Are acquired variations inherited? *The American Naturalist,* 25 (291): 191-216, 1891.
———. The origin of species. II Distinctions between rectigradations and Allometrons. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 11: 749-752, 1925.

———. *From the greeks to Darwin*. New York: Charles Scribner's Sons, 1929.
———. *The American Museum of Natural History*. New York: The Irving Press, 1911.
———. *Men of the Old Stone Age*. New York: Charles Scribner's Sons, 1915.
———. *The origin and evolution of life*. New York: Charles Scribner's Sons, 1918.
RIPLEY, H. E. *Biblioghafy of the puplished of Henry Fairfield Osborn for the years 1877-1915*. New York: Cornell University, 1916.
SIMPSON, George G. *American mesozoic Mammalia*. New Haven: Yale University Press, 1929.

O ensino do criacionismo nas aulas de ciências: a perspectiva dos professores de ciências da rede adventista de ensino

Wellington Gil Rodrigues
Doutorando em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA), Professor de Ciência e Religião, Faculdade Adventista da Bahia (FADBA).
wellgil2000@hotmail.com

Mayara Farias da Silva Santos
Pedagoga, Faculdade Adventista da Bahia (FADBA)
mayarassantos7@hotmail.com.

Resumo: O presente artigo objetivou investigar as concepções dos professores de ciências da rede adventista sobre o ensino do criacionismo. Para tanto, contou com a base teórica de autores como White (2007), Borges (2004), Freire-Maia (1986), Souza Júnior (2004) e Moreland e Reynolds (2006), Abrantes e Almeida (2006) dentre outros. A pesquisa, de cunho qualitativo, consistiu de um estudo de caso com 7 professores de ciências da rede adventista de ensino (todos de religião adventista) cujas respostas obtidas por meio de entrevistas foram analisadas usando o método de análise de conteúdo de Bardin. Quanto à postura do professor adventista ao trabalhar o criacionismo em sala de aula, os professores entrevistados relataram que, apesar de sua crença pessoal no criacionismo, buscam ensinar os dois pontos de vista (evolução e criação) sem promover a crença de um em detrimento do outro. Como justificativa para o ensino do criacionismo nas aulas de ciências os professores geralmente alegam algum fator espiritual. Quanto às metodologias para o ensino de criacionismo, predominou a exposição oral quando alguns professores mencionaram que se reportam à beleza e à perfeição do mundo criado, à complexidade dos seres para reafirmar a existência e perfeição de Deus. Outra maneira de introduzir o assunto do criacionismo, mencionada pelos professores, é através de

questionamentos a respeito do evolucionismo, os professores afirmaram que fazem perguntas que levam os alunos a refletirem sobre a veracidade da evolução. Concluímos que os professores adventistas percebem o ensino de criacionismo como um assunto polêmico e que sentem uma grande necessidade de maior domínio de conteúdo para se trabalhar ciências sob uma perspectiva criacionista em sala de aula, inclusive de conhecimentos sobre os fundamentos históricos e filosóficos da ciência.

Desde o seu surgimento na segunda metade do século XIX o darwinismo tem provocado várias polêmicas e uma das principais é a questão do ensino das origens, ou seja, a tão decantada polêmica criação x evolução. Um dos seus principais aspectos é quanto ao status do ensino de criacionismo nas escolas. Há quem defenda que este pode ser considerado ciência e, por isso, merece espaço no currículo na mesma medida dada ao ensino do evolucionismo. Em contrapartida, outros, discordam dessa posição, apontando tal ensino como religioso e não científico e como tal deve se restringir ao espaço da igreja ou ao momento da aula de religião. Essas polêmicas demonstram a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre o tema.

Um grupo especialmente envolvido nessa polêmica é de professores da rede adventista de ensino. É necessário, portanto, entender o posicionamento específico da educação adventista sobre esse assunto, bem como, as concepções dos professores a respeito do mesmo e como essas concepções se refletem na sua prática pedagógica. O problema que guia esse trabalho é: como os professores de ciências da rede adventista relacionam suas perspectivas sobre o criacionismo com a sua prática do ensino de ciências em sala de aula?

O estudo adotou uma abordagem qualitativa. A amostragem foi escolhida a partir de alguns critérios: ser professor da rede adventista de ensino; lecionar a disciplina de ciências; professar a religião adventista. A pesquisa foi desenvolvida nas escolas da rede adventista de ensino que estão localizadas nas cidades de Salvador e Cachoeira, BA. Do grupo de docentes dessa rede, foram selecionados sete professores de Ciências que têm formação em Ciências e são membros da Igreja Adventista do Sétimo Dia. A técnica utilizada para a coleta de dados foi a entrevista, as quais foram gravadas e, em seguida, transcritas para uma análise de conteúdo. As respostas foram classificadas em categorias e subcategorias, a depender do assunto de que tratava e em seguida, os dados foram explorados à luz da teoria.

Este trabalho está estruturado em quatro seções. Na primeira seção são apresentados vários quadros com conceitos de criacionismo baseados nos autores Engler (2007), Freire-Maia (1986), Moreland e Reynolds (2006). Considerando a ampla variedade de crenças criacionistas existentes entre os grupos cristãos é extremamente necessário caracterizar qual o tipo de criacionismo conforme defendido pela igreja adventista do sétimo dia à qual estão filiados os sujeitos da pesquisa, a qual se destaca por manter uma

leitura literal do Gênesis e portanto negar modelos de conciliação entre evolução e criação tais como evolucionismo teísta ou criacionismo progressivo.

Na segunda seção é apresentada uma retrospectiva histórica da controvérsia entre evolucionismo e criacionismo no ambiente escolar, começando no contexto americano com o Caso Scopes (1925) quando um professor de Tennessee, John Thomas Scopes, foi julgado por ensinar a teoria da evolução em uma escola pública, passando pela derrubada pela Suprema Corte americana de todas as "leis dos macacos", ou seja, as leis que baniam o ensino do evolucionismo nas escolas da américa (1968). Cita ainda a *Lei do Tratamento Equilibrado* de 1973 e termina com o julgamento da Suprema Corte americana que derruba todas as leis de tratamento equilibrado (1987) declarando que elas ferem a 1ª emenda, a qual faz distinção entre Igreja e Estado. Em seguida apresenta alguns episódios no contexto brasileiro sobre a polêmica criação x evolução, começando em maio de 2004, quando a então governadora do Rio de Janeiro, Rosinha Matheus, declarou ao Jornal *O Globo* ser adepta do criacionismo. Em seguida cita o papel das universidades e faculdades adventistas na defesa e propagação do ensino do criacionismo e também como e quando surgiu o criacionismo no pensamento adventista e suas implicações para o ensino na rede adventista.

A terceira seção trata da metodologia utilizada, a qual consistiu de uma abordagem qualitativa. Critérios de seleção da amostra: ser professor da rede adventista de ensino; lecionar a disciplina de ciências; ser adventista, sendo assim foram selecionados sete professores que lecionam nas escolas da rede adventista de ensino que estão localizadas nas cidades de Salvador e Cachoeira, BA. Os dados coletados foram analisados através de reflexões críticas sobre o assunto estudado e análise de conteúdo.

Na quarta seção são apresentados os resultados e a discussão. Quanto à questão do seu conceito pessoal de criacionismo os professores apresentaram diversas opiniões, desde um "modelo explicativo" até um "sentido para a existência", os conceitos se diferenciam, no entanto é perceptível que a maioria dos entrevistados associa esse conceito à sua crença pessoal em Deus e não à evidências científicas como era esperado. No entanto, quando questionados se o criacionismo é ciência ou é religião, a maioria dos professores afirmou que é ciência, e que, portanto está justificado o ensino do criacionismo nas aulas de ciências. No caso de professores criacionistas é quase impossível falar sobre a origem da vida e não mencionar a existência de Deus, pois essa crença faz parte de sua própria cosmovisão e filosofia de vida. Quanto à postura do professor adventista ao trabalhar o criacionismo em sala de aula, os professores entrevistados relataram que, apesar de sua crença pessoal no criacionismo, buscam ensinar os dois pontos de vista (evolução e criação) sem promover a crença de um em detrimento do outro.

Como justificativa para o ensino do criacionismo nas aulas de ciências os professores geralmente alegam algum fator espiritual. Quanto às metodologias para o ensino de criacionismo, predominou a exposição oral quando alguns professores mencionaram que se reportam à beleza e à perfeição do mundo criado, à complexidade dos seres para reafirmar a existência e perfeição de Deus. Outra maneira de introduzir o assunto do criacionismo, mencionada pelos professores, é através de questionamentos a respeito do evolucionismo, os professores afirmaram que fazem perguntas que levam os alunos a refletirem sobre a veracidade da evolução.

Concluimos, portanto que o ensino do criacionismo é um assunto bastante polêmico mesmo no meio adventista e que os professores de ciências oscilam entre os aspectos espirituais e científicos do criacionismo, mas geralmente dão uma ênfase maior aos fatores espirituais como justificativa do seu ensino.

Referências Bibliográficas:

ENGLER, Steven. Tipos de Criacionismos Cristãos. *Revista de Estudos da Religião*, junho: 83-107, 2007. Disponível em: <http://www.pucsp.br/rever/rv2_2007/t_engler.htm>. Acesso em: 20 de novembro de 2011.

FREIRE-MAIA, Newton. *Criação e evolução: Deus, o acaso e a necessidade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1986.

MORELAND, J. P.; REYNOLDS, John *et al*. (orgs.). *Criação e evolução*: *3 pontos de vista*. Trad.: Marson Guedes. São Paulo: Vida, 2006.

SEPULVEDA, Claudia; EL-HANI, Charbel. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. *Investigações em ensino de Ciências*, Feira de Santana, 9 (2): 135-175, 2004.

ÍNDICE

Autores	Páginas
Ana Carolina Biscalquini Talamoni	17
Ana Maria de Andrade Caldeira	71, 214
André Luis de Lima Carvalho	20
André Luis Franco da Rocha	154
Antonio Carlos Sequeira Fernandes	24
Arthur Henrique de Oliveira	28
Brunah Schall	32
Brunno Botelho Borges	36
Caio Guerrato Coelho da Silva	44
Carolina Alves d'Almeida	39
Carolina Perozzi Guedes de Azevedo	44
Caroline Avelino de Oliveira	49
Cláudia Barboza de Freitas	199
Claudio Ricardo Martins dos Reis	52
Cristina dos Santos Silva	45
Daiana Evilin Gibram	56
Daiane Martins Freitas	59
Daniel Dutra Coelho Braga	63
Davi Martinelli Gonçalves	199
Diana Luz Rabinovich	145
Eduardo Crevelário de Carvalho	67
Eglaia de Carvalho	97
Elaine S. Nicolini Nabuco de Araujo	56, 71
Elizandro Maurício Brick	172
Felipe Faria	24, 75
Felipe Lima Pinheiro	79
Fernanda da Rocha Brando Fernandez	82
Fernanda Peres Ramos	85
Fernando Moreno Castilho	89
Francisco Javier Serrano Bosquet	93
Francisco Paulo Caires Júnior	97
Geovana Mulinari Stuani	193
Gerda Maisa Jensen	101
Giovanna Paola M. Bergamini	36
Giovanna Vasconcelos Maia	45
Graça S. Carvalho	71
Guilherme Francisco Santos	107

Gustavo Caponi	110
Heloisa Allgayer	113
Herbert Gomes da Silva	117
Heslley Machado Silva	56
Jerzy Brzozowski	121
Jesuína L. A. Pacca	150
João Cervelleira de Mello	45
João José Caluzi	49, 158
João Paulo Di Monaco Durbano	124
João Paulo Ferraro Turano de Araujo	199
João Vicente Alfaya dos Santos	129, 193, 219
Leandro Duso	134
Leonardo Augusto Luvison Araújo	137
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins	82, 124, 141
Luciana Pesenti	145
Luciana Romeira de Jesus	149
Lucio Ely Ribeiro Silvério	154
Luiz Felipe Reversi	158
Marcel Valentino Bozzo	45
Marcelo Viktor Gilge	162
Marcos Rodrigues da Silva	85, 166
María Elena Infante-Malachias	117
Maria Elice Brzezinski Prestes	45, 163, 169, 199
Mariana A. B. S. de Andrade	97
Mariana Antonieta Barreto do Prado	199
Mariana Inglez dos Reis	231
Marilisa Bialvo Hoffmann	134, 172
Maurício de Carvalho Ramos	177
Maxwell Morais de Lima Filho	182
Mayara Farias da Silva Santos	236
Miguel Telles Antunes	24
Nelio Bizzo	184
Nicole Wiezel de Carvalho	36
Ornella Gonçalves Zumpano	199
Paloma Rodrigues da Silva	56, 71
Paulo Sano	184
Pedro Espindola Giuliangeli de Castro	36
Pedro Margutti Marques Bruneli	36
Priscila Prazeres Clementino	189
Regiani Magalhães Yamazaki	193

Renata Andrade Medeiros de Araujo	199
Ricardo Waizbort	203
Rones de Deus Paranhos	210
Russel Teresinha Dutra da Rosa	138
Sabrina Souza de Almeida	231
Sandra Caponi	207
Simone Sendin Moreira Guimarães	210
Sylvia Regina Pedrosa Maestrelli	154
Thais Benetti de Oliveira	214
Thais Gabriella Reinert da Silva	219
Thiago del Corso	45, 199
Tiago do Amaral Moraes	36
Veronyca Rivero Corrêa de Souza	219
Victor X. Marques	224
Viviane Arruda do Carmo	227
Waldir Stefano	231
Wellington Gil Rodrigues	189, 236
Wilson França de Oliveira Neto	36

Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB)

A *Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia* (ABFHiB), fundada em 2006, durante a realização do IV Encontro de Filosofia e História da Biologia, realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, SP.

O objetivo da ABFHiB é promover e divulgar estudos sobre a filosofia e a história da biologia, bem como de suas interfaces epistêmicas, estabelecendo cooperação e comunicação entre todos os pesquisadores que a integram.

DIRETORIA:

Presidente: Maria Elice Brzezinski Prestes (Universidade de São Paulo)

Vice-Presidente: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP)

Secretário: Waldir Stefano (Universidade Presbiteriana Mackenzie)

Tesoureira: Marcia das Neves (Secretaria de Educação de São Paulo)

CONSELHEIROS:

Ana Maria de Andrade Caldeira (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Bauru)

Anna Carolina Krebs Pereira Regner (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

Antonio Carlos Sequeira Fernandes (Universidade Federal do Rio de Janeiro; Museu Nacional)

Charbel Niño El-Hani (Universidade Federal da Bahia)

Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia
(ABFHiB)
http://www.abfhib.org