

A BUSCA DAS IDEIAS ESTRUTURANTES DA BIOLOGIA NA HISTÓRIA DO ESTUDO DOS SERES VIVOS NO SÉCULO XIX

THE SEARCH OF IDEAS STRUCTURING OF BIOLOGY IN THE HISTORY OF THE STUDY OF
LIVING BEINGS IN THE NINETEENTH CENTURY

Antonio Fernandes Nascimento Junior¹

Daniele Cristina de Souza²

RESUMO:

Este artigo tem o objetivo de identificar as ideias estruturantes da Biologia a partir da reconstituição histórica do desenvolvimento do conhecimento sobre os seres vivos no século XIX. Tal reconstituição identificou que o desenvolvimento da Biologia partiu de duas diferentes visões de mundo: a natureza vista como mecanismo (de Descartes e Newton) e a natureza como processo em constante transformação (de Hegel). A primeira subsidiou a prática experimental desenvolvida nos laboratórios, se preocupou com o organismo e foi responsável por grande parte das teorias que constituíram a Biologia. A segunda sustentou as atividades dos naturalistas e se preocupou com as populações e, igualmente, forneceu grande parte das teorias biológicas. A reconstituição histórica permitiu concluir que as ideias estruturantes da Biologia que se originaram das práticas experimentais deram origem a: a teoria celular, a teoria do equilíbrio interno e as leis da herança. Quanto às atividades dos naturalistas, estas forneceram a teoria da seleção natural e a teoria ecológica.

Palavras-chave: Biologia, Fundamentação histórico-teórica, Filosofia da Ciência.

ABSTRACT:

This article aims to identify the structural ideas of Biology from the historical reconstruction of the development of knowledge on living beings of the nineteenth century. This reconstruction has identified that the development of biology came from two different world views: nature seen as a mechanism (Descartes and Newton) and nature as a process in constant change (Hegel). The first supported the experimental practice developed in the laboratories that was concerned with the body and was responsible for most of the theories that formed the Biology. The second supported the activities of naturalists and cared about the population and also provided much of the biological theories. The historical reconstruction concluded that the structural ideas of Biology that stemmed from experimental practices were: cell theory, the theory of internal balance and the laws of inheritance. Of the activities of the naturalists provided the theory of natural selection and ecological theory.

Key words: Biology, Historical-Theoretical Foundation, Philosophy of Science.

A preocupação deste artigo é reconstituir historicamente, a partir da literatura, o caminho das ideias biológicas do século XIX, com a intenção de identificar as teorias estruturantes das Ciências Biológicas. Para tanto a reconstrução se concentra em dois

¹ Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina da USP de Ribeirão Preto e Doutor em Educação para a Ciência pela Faculdade de Ciências, UNESP – Bauru, São Paulo. Professor Adjunto do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras-MG. E-mail: toni_nascimento@yahoo.com.br.

² Doutora em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, UNESP, campus Bauru. Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Londrina – PR. Professora Adjunta do Departamento de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. E-mail: danicatbio@yahoo.com.br.

elementos: as concepções de mundo e, conseqüentemente de seres vivos, da época e as teorias produzidas pelas atividades dos cientistas e naturalistas a partir destas concepções.

A noção de “estruturante” assumida para análise da Biologia se aproxima da definição trazida por Aduriz-Bravo *et alli* (2002). De acordo com Aduriz-Bravo *et alli* (2002) as ideias estruturantes seriam conceitos disciplinares capazes de organizar teoricamente os distintos conceitos e modelos presentes no currículo. Neste sentido, se trata dos eixos direcionadores da organização sintática e curricular de uma área específica de conhecimento. De acordo com os autores, em qualquer disciplina científica, mais ou menos madura, as ideias estruturantes são muito abundantes e aparecem organizadas com coerência em conjuntos densamente ligados que constituem áreas temáticas ou aspectos da disciplina. Estes aspectos crescem agrupados em torno de questões clássicas que são as que a disciplina recorre desde sua formalização inicial.

1. As concepções mecanicistas e vitalistas dos seres vivos

Durante o século XIX a concepção mecanicista para o estudo dos seres vivos, oriunda dos séculos XVII e XVIII, já não se mostrava suficiente para explicar o que é a vida, pois era pouco admissível que um mundo de matéria inerte e mecânico fosse capaz de produzir a vida a partir de sua única capacidade: redistribuir-se pelo espaço. Havia nas coisas vivas um princípio novo de organização em atividade que diferia qualitativamente do princípio da matéria morta e, já que o domínio da matéria é destituído de diferenças qualitativas, esta não poderia produzir tal característica especial (COLLINGWOOD, 1986).

Para Collingwood (1986), as teorias da evolução só apareceram quando alguns pensadores procuraram trabalhar com um novo modelo de mundo muito influenciado pela ideia hegeliana de desenvolvimento e de finalidade. Collingwood (1986) também entende que, neste mesmo período, o pensamento hegeliano introduzia uma nova possibilidade à visão de mundo dos pensadores da natureza. Hegel considera a natureza dirigida por leis não rígidas, porque não descrevem com exatidão o comportamento de cada indivíduo isolado, mas sim uma tendência geral. Isto porque há sempre na natureza uma potencialidade que não atinge sua plenitude.

O pensamento hegeliano introduziu a ideia de finalidade interna da natureza associada à transformação, mudança e progresso. A natureza é uma corrente que internamente flui em

direção ao espírito, sendo ela própria real, mas provisória. Essa visão histórica da natureza, da vida e do espírito humano introduz novos conceitos na cosmologia do século XIX e aponta na direção de uma visão da natureza e da vida não mais como a física mecanicista do século XVIII, mas, como a Biologia evolucionista do século XIX (NASCIMENTO JÚNIOR, 2001).

Para Hegel, a natureza era vista não como um mecanismo e sim como um movimento em que o mecanismo era um dos elementos constitutivos, cujas leis são as mesmas que as leis do espírito e fazendo parte deste. Seu sistema está desenvolvido na *Fenomenologia do Espírito*.

Com a ascensão da abordagem física sobre os seres vivos no início do século XIX os naturalistas lançaram um novo olhar sobre a natureza da vida e tentaram propor argumentos científicos contra a teoria de Descartes sobre os organismos, para tanto se utilizam de argumentos vitalistas (MAYR, 2008).

O vitalismo, com surgimento no século XVII, foi uma revolta contra a filosofia mecanicista de Descartes e o fisicalismo de Galileu e Newton para explicação sobre a vida. Os vitalistas possuíam uma diversidade explanatória. Por exemplo, um grupo de vitalistas entendia que a vida estava conectada a uma substância especial que não era encontrada na matéria inanimada, ou a um estado especial da matéria que dizia não ser passível de explicações físico-químicas; outro grupo de vitalistas sustentava a existência de uma força especial diferente daquela da física. Havia uma diversidade de visões sobre a natureza de tais forças (MAYR, 2008).

Na Inglaterra todos os fisiologistas dos séculos XVI, XVII e XVIII tinham ideias vitalistas, sendo tal movimento vicejante até o período de 1800 a 1840. Na França os principais representantes foram a Escola de Montpellier, o histologista Bichat e, até mesmo Claude Bernard, que se considerava adversário do vitalismo acabou apoiando noções vitalistas. As filosofias práticas de biólogos, tais como Wolff, Blumenbach e Müller, também eram antifisicalistas (MAYR, 2008).

As explicações vitalistas persistiram por um grande tempo, talvez, de acordo com o autor aqui seguido, porque na época não houvesse alternativa à teoria reducionista da vida como máquina. A produção artificial da primeira substância orgânica por Wöhler, em 1828, foi uma forte evidência contra o argumento dos vitalistas de distinguir as substâncias vivas das não vivas. O último apoio ao vitalismo na Biologia ocorreu em 1930 e vários elementos contribuíram para perda de seu status principalmente no século XX (MAYR, 2008).

Radl (1988) entende que a ciência biológica moderna nasceu por volta do final da primeira metade do século XIX, quando a metafísica da filosofia naturalista passou a ser desvalorizada. Por este período os seus principais autores já se encontravam ausentes do cenário da Europa. Não que o todo de suas obras tenha sido abandonado, mas sim a visão romântica e vitalista da natureza e da vida que as subjaziam. A época começou a exigir outra forma de entender o mundo que deixou de ser romântico. O materialismo passou a predominar, mas diferentemente do século XVIII, agora voltado para a vida. Todavia, a filosofia naturalista não desapareceu, pois ela, para o autor, responde a uma necessidade essencial do homem, e não morre nunca.

Cabe ressaltar que, principalmente no início do século, o pensamento biológico não se reduzia a um conjunto bem delimitado de ideias. Ao mesmo tempo em que se desenvolviam novas frentes de estudo e novas técnicas, como também se alterava a estrutura do fazer científico, questões de caráter filosófico eram inseparáveis da investigação biológica (FREZZATTI Jr., 2003), como é possível perceber com a teoria celular que se formula neste século (TEULÓN, 1982).

O século XIX foi constituído principalmente pelas discussões entre os mecanicistas e vitalistas (RADL, 1988; FREZZATTI Jr., 2003), o que se estendeu até as primeiras décadas do século XX (MAYR, 2008).

Diversas eram as questões que faziam parte do cenário do século XIX, tais como a discussão sobre a relação entre os processos orgânicos e inorgânicos e os argumentos sobre em que consiste a vida. O consenso sobre o caráter da vida estava longe de ocorrer, havia forte debate entre várias correntes para definir tal fenômeno. Vitalistas, mecanicistas, químicos, dentre outros disputavam o estatuto dos processos orgânicos. Estes eram reduzidos a leis mecânicas ou físico-químicas ou teriam leis específicas? O mecanicismo, nesse embate, não foi criticado apenas por aqueles que se alinhavam com alguma das perspectivas vitalistas, mas também por aqueles que se utilizavam dos métodos de investigação físico-químicos. Olhar para este século é um desafio, uma vez que diferentes eram as posições teóricas dos vários biólogos e filósofos envolvidos (FREZZATTI Jr., 2003).

2. As pesquisas experimentais no século XIX na constituição das teorias estruturantes da Biologia

Os séculos anteriores pouco a pouco foram fortalecendo as práticas experimentais como uma forma de compreensão dos fenômenos naturais. Durante a primeira metade do século XIX começa-se, pois, uma preocupação geral acerca das orientações estabelecidas pelos experimentalistas para garantir os resultados destas simulações experimentais.

Ainda no final do século XVIII, Cuvier rechaçava o microscópio, Bichat também o fazia porque, para ele, este apresentava visões distorcidas dos objetos, certo que os microscópicos da época eram bem rudimentares. Mas já em 1807 era possível empregar aumentos de 180 a 400 diâmetros. Em 1837 Meyer aumentou os órgãos vegetais em 500 vezes e desde 1840 o microscópio passou a ter uso mais comum (RADL, 1988).

John Herschel, em 1830, foi um dos precursores na procura de um procedimento adequado para se fazer ciência. Para ele o início é a descoberta das leis da natureza. Em seguida, a incorporação dessas leis em teorias por generalização indutiva ou pela criação de hipóteses que as relacionem. A aplicação de tais procedimentos nos diversos ramos das ciências da vida deu origem à Biologia Experimental (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998).

Durante o século XIX a descoberta do princípio da conservação de energia nos sistemas físicos e químicos estimulou diversos pesquisadores a avançarem esses estudos nas ciências da vida como Carl Voit (1831-1908), Max von Pettenkofer (1818-1901) e Max Rubner (1854-1932), e outros (HADDAD JÚNIOR, 2007).

A histologia foi nomeada em 1819 por Aug. Fr. Jos. Karl Mayer (1787-1865) a partir da *Anatomia Geral* de Bichat, como a ciência que descreve os tecidos animais e vegetais (MARÍAS; ENTRALGO, 1964).

Também neste período a fisiologia e a farmacologia contemporânea foram moldadas. Foi Magendie, um dos primeiros grandes fisiologistas, escritor do *Compêndio Elementar de Fisiologia*, de 1816 (MAGENDIE, 1824), e um dos precursores do experimentalismo moderno (SENET, 1956). Talvez ele também possa ser considerado o primeiro farmacologista, pois estudou a ação nos animais de numerosas substâncias (morfina, emetina, estriçnina, veratrina, etc.) e publicou no início do século XIX o *Formulário para a preparação e emprego de vários medicamentos novos* (MAGENDIE, 1824).

No entanto, como cita Garret (1988), o primeiro Instituto de Farmacologia foi fundado em Giessen, em 1844, por Philip Phoebus. Rudolf Buchheim, seu sucessor, é geralmente considerado como o verdadeiro iniciador da moderna farmacologia. Sob a sua direção estudou Oswald Schmiedberg que publicou o primeiro jornal de Farmacologia Experimental. Os seus trabalhos foram muito importantes assim como seu Instituto em Estrasburgo. Pode-se dizer que a primeira geração de farmacologistas europeus e americanos tem as suas raízes em Estrasburgo (GARRET, 1988).

Por outro lado, Claude Bernard (1813-1878), o mais importante discípulo de Magendie, foi o primeiro a utilizar substâncias farmacologicamente ativas, como o curare, para o estudo de mecanismos biológicos. Os seus estudos se tornaram clássicos (SENET, 1964; OLIVEIRA, 1981). Este pesquisador é de extrema relevância para o nascimento da fisiologia experimental contemporânea tendo, em 1865, publicado o livro *Introdução ao Estudo da Medicina Experimental* (BERNARD, 1996), o qual lançou as bases metodológicas da nova fisiologia experimental, concentrando-se na autonomia da fisiologia e na importância da experimentação (ROMO, 2007). O fisiologista deveria preocupar-se primordialmente com fenômenos fisiológicos por natureza.

Bernard também formulou a ideia unificadora da fisiologia moderna: a teoria do *meio interno*. Este meio refere-se ao fluido entre as células, o líquido intersticial. A fisiologia seria entendida como o conjunto de operações realizadas pelo organismo cujo propósito é a manutenção do equilíbrio do meio interno.

Conforme discute Canguilhem (1977), Claude Bernard considerava os fenômenos vitais como resultantes unicamente de causas físico-químicas. Por outro lado ele também afirmava que o organismo se desenvolve segundo um projeto, um plano de ordem, uma regularidade cuja organização leva a seu equilíbrio interno. Na realidade, a fisiologia se apresentava como uma ciência pouco darwiniana, com procedimentos “a priori” feitos em laboratório, com preocupações pouco ligadas às flutuações populacionais tal como as questões darwinistas, muito mais voltados para a determinação das constantes funcionais dos organismos. Neste caso a teoria cartesiana estava, fortemente, presente.

Por outro lado, Johannes Müller (1801-1858), autor de *Elementos de Fisiologia* (1843), reconhecido pela configuração inicial da fisiologia alemã, era contrário à viviceração e preconizava a observação (MÜLLER, 1843). Seus discípulos também fizeram fundamentais contribuições para a fisiologia, a principal delas foi a Teoria Celular de Schleiden (1804-

1881) e Schwann (1810-1882). Outros dois alunos de Müller, Emil du Bois-Reymond (1818-1896) e Hermann von Helmholtz (1821-1894), obtiveram um grande avanço na eletrofisiologia medindo a velocidade de condução de um potencial de ação no nervo (GONZÁLES, 1998).

O cenário histórico prévio à formação da teoria celular se inicia no século XVII com as observações de Hooke e nos séculos posteriores com a reunião de um grande número de informações e observações imprecisas e que aludiam vagamente a entidades biológicas que tinham a natureza ainda em discussão. O conceito de célula ainda era aplicado pelos botânicos e zoólogos longe de ser unívoco (RECIO, 1990). Ele era entendido ora como um ente real, ora uma mera cavidade oca (TEULÓN, 1982).

De acordo com Teulón (1982), no início do século XIX, com o avanço dos estudos microscópicos, os glóbulos e vesículas eram cada vez melhor observados buscando assim uma articulação com a teoria da fibra, pois mesmo sendo possível observar as células, elas eram analisadas sob a égide da fibra. Dento desta perspectiva, houve algumas tentativas para modelar a organização das unidades básicas (fibras) do organismo. Berg propõe o que chamou de teoria de fileira de contas. Podem ser citados nesse contexto também Prevost e Dumas, Home e Heusinger, sobretudo Milne Edwards y a Hempel em sua obra de 1819 *Einleitung in die Physiologie des menschlichen Organismen*.

Sendo assim, a teoria celular elaborada por Schleiden e Schwann surge num cenário que possuía investigações longas e diversas realizadas por uma tradição de investigação microscópica em torno da estrutura orgânica e a natureza do organismo, mas também com a existência de conclusões altamente especulativas dos filósofos naturais. Até 1830 essas tendências se mesclavam (RECIO, 1990).

Os trabalhos de Schleiden sobre a fitogênese em 1838 e a obra que Schwann publicou depois (em 1839), ampliando aos animais as investigações de Schleiden, teve um grande mérito: sistematizaram em uma teoria acabada e homogênea os ensaios teóricos e as observações desconexas e as dúvidas especulativas que até então se proliferaram na anatomia microscópica, na fisiologia animal e vegetal. Assim, conseguiram uma linguagem teórica unificada, a apresentação de observações reproduzíveis e, sobretudo, a possibilidade de submeter o grande repertório das formas orgânicas e as operações fisiológicas a unidades de estrutura e função tão simples como as células. A ideia de célula permitiu unificar todos os seres vivos. Estas foram as maiores consequências que puderam ser notadas a partir de 1839.

Mas é sabido que a teoria celular de Schleiden-Schwann sofreu correções desde sua formulação (RECIO, 1990).

Schleiden e Schwann rechaçavam a ideia vitalista que o seu próprio mestre Müller defendia, porém cada um a partir de um ponto de vista distinto. Schwann defendia a unificação fisiológica propondo-se medir as propriedades fisiológicas do órgão a partir da mensuração física, tendo como hipótese a possibilidade da unificação da natureza por meio das leis (RECIO, 1990). Sua posição filosófica era de um racionalismo cristão na linha de Descartes e Leibniz (TEULÓN, 1982). O vitalismo se propunha a combater essa uniformidade, estabelecendo diferenças entre o mundo orgânico e inorgânico, buscando uma delimitação entre as ciências biológicas e ciências físicas. Schleiden, por sua vez, com uma formação filosófica neokantiana, rechaçava a possibilidade ontológica das teorias científicas e não quis chegar à esfera do real como Schwann pretendia (RECIO, 1990).

A teoria celular possibilitou uma explicação única para o desenvolvimento dos organismos ao confirmar que as células dos tecidos animais se originavam de forma semelhante à dos vegetais, bem como à constatação de que qualquer tecido era composto de células (RECIO, 1990). Para Recio (1990), isto trouxe consequências fisiológicas e uma nova era para a Biologia que passa a designar uma atividade científica que buscava a resolução teórica, a explicação e a justificação dos fenômenos que se tornaram seu objeto. Esta teoria implantou um novo paradigma, que ainda hoje direciona passos da investigação biológica, modificando as ideias sobre a estrutura dos seres vivos e iniciando a unificação teórica da zoologia e da botânica.

Puig *et alli* (2005) também consideram que a teoria celular foi uma generalização fundamental para a Biologia, pois determinou o substrato material do mundo orgânico. Piñero (2004) entende que a teoria celular forneceu os primeiros princípios unificadores das ciências biológicas. Igualmente, Teulón (1982) formula que o paradigma da teoria celular permitiu trazer esclarecimentos para um problema fundamental dos biólogos, originado no século XVII, que se expressa na relação vida-matéria ou vida-estrutura. De acordo com o autor são, na verdade, dois os problemas enfrentados, o primeiro é a estrutura – que passa a ser um novo tipo de fenômeno a ser investigado. E o segundo é o *status* da célula na hierarquia do mundo orgânico.

A teoria celular sofreu correções, ampliações e desenvolvimento nos séculos XIX e XX. Realizando uma análise histórica e filosófica, Recio (1990) considera que a teoria celular

de Schleiden-Schwann, em sua primeira formulação e mudanças subsequentes, é compreendida como um programa de investigação lakatosiana.

Por este período há o aumento da busca pelos estudos dos fenômenos biológicos a partir de princípios científicos que se consolidavam na física e na química. Exemplo disso foi Carl Ludwig (1816-1895), em Leipzig, que estudou a fisiologia renal e a respiração. Combateu o vitalismo, insistindo nas explicações de origem física e química. Inventou o quimógrafo, além das descobertas da lei do “tudo ou nada”, do centro vasomotor bulbar, da permeabilidade capilar e do período refratário cardíaco (GONZÁLES, 1998).

Numa histórica reunião feita em Berlim em 1847, Helmholtz, Ludwig, Du Bois Reymond e Brücke, recomendaram que a pesquisa fisiológica se baseasse na física e na química, então em franco desenvolvimento (MENDES, 1994).

Explica Mendes (1994) que, ao tempo no qual a doutrina da evolução (numa acepção diferente da atual) se firmava, houve a intenção de comparar as funções nos vários filós visando-se subsidiar achados morfológicos e paleontológicos. Esse não foi o móvel primordial da Fisiologia Comparada e, sim, uma atitude natural em uma época na qual essa evolução, com Darwin e seus fiéis seguidores Huxley e Haeckel, configurava uma revolução científica a que cumpria de alguma forma aderir. Cabia, pois, tentar demonstrar que as funções também tinham evoluído em paralelo com as formas e até se explicariam recorrendo-se a estágios anteriores.

A endocrinologia é outra área que se constituiu vinculada a fisiologia experimental neste período. Cita-se A. A. Berthold (1849) que está ligado às suas origens. Este autor desenvolveu um experimento fundamental na descoberta dos hormônios. Ele promoveu a retirada cirúrgica dos testículos de galo e percebeu que esta alterava a morfologia, o comportamento sexual e agonístico nestes animais. A reposição desse material recuperava as características perdidas. Esta conduta indicava, para o autor, a existência de um mecanismo de sinalização independente do sistema nervoso.

Outro fisiologista, pesquisador nas atividades hormonais foi Charles Eduard Brown-Sequard (1817 - 1894), importante por seus trabalhos de aplicação dos princípios da físico-química à patologia. Foi um dos primeiros a pesquisar secreções internas (os hormônios) e descobrir a importância da glândula supra-renal. Foi, também, um dos primeiros a utilizar ratos para experimentos. Sua teoria de reposição hormonal ficou famosa (SAVET, 1956)

Johann Friedrich Miescher foi o precursor da Bioquímica de ácidos nucleicos. Sua descoberta do DNA ocorreu em 1869. Ele queria determinar os componentes químicos do núcleo celular e utilizava glóbulos brancos provenientes do pus em sua pesquisa. A escolha desta célula deveu-se à disponibilidade e tamanho do núcleo. Analisando os núcleos, Miescher descobriu a presença de um composto de natureza ácida que era desconhecido até o momento. Era rico em fósforo e em nitrogênio, desprovido de enxofre e resistente à ação da pepsina (enzima proteolítica). Esse composto, que aparentemente era constituído de moléculas grandes, foi denominado, por Miescher, nucleína (CLAROS, 2003).

Conforme Claros (2003), em 1880, Albrecht Kossel, demonstrou que a nucleína continha bases nitrogenadas em sua estrutura. Nove anos depois, Richard Altmann obteve a nucleína com alto grau de pureza, comprovando sua natureza ácida e dando-lhe, então, o nome de ácido nucleico. Em 1882 Walter Flemming descobriu corpos com formato de bastão dentro do núcleo das células, que denominou "cromossomos". Em 1890, foi descoberto em levedura (fermento biológico) outro tipo de ácido nucleico, que possuía uracila ao invés de timina e ribose ao invés da desoxirribose. Dessa maneira, foram caracterizados dois tipos de ácidos nucleicos, de acordo com o glicídio que possuíam: ácido ribonucleico e ácido desoxirribonucleico (CLAROS, 2003).

Quanto às questões ligadas ao desenvolvimento, Maupertuis (1751), em sua publicação *A Vênus Física*, observou que quanto mais longe o embrião está do nascimento, mais diferente ele é do animal adulto. Assim a preexistência não explicava a herança. Para o autor, o líquido seminal de cada animal é feito de partículas do corpo todo que se misturam quando dois parceiros vão produzir um novo indivíduo. Tal explicação, embora epigenética não é experimental. Já Buffon acreditava que os seres vivos eram constituídos por partículas vivas que estavam atraídas por algo semelhante à atração de Newton, orientadas por um molde interior capaz de dar uma estrutura às partículas. Needham substituiu o conceito de Buffon pelo conceito de força vegetativa. A ideia comum nessas três explicações é que a matéria é capaz de organizar o ser vivo, sem nenhuma interferência externa. É a base do materialismo francês. A epigênese, no entanto, não podia ser comprovada apenas pela observação.

Já em 1800, em seu livro *Investigação filosófica sobre a vida e a morte*, Bichat (1866) afirma ser a vida um conjunto de funções que resiste à morte. É um princípio de reação a tudo que procura destruir os corpos vivos e que pode ser conhecida somente pelos seus fenômenos

que realiza contra os corpos exteriores. Assim, segundo Bichat (1866), a vida tem uma finalidade interna com uma relação de contradição e não apenas fenômenos mecânicos. Essa nova ideia era uma ruptura com o universo mecânico, uma vez que, ao se reagir contra o mundo externo, a vida tenta transformar tal mundo.

Conforme Senet (1956), em 1824, Prevost e Dumas assistiram aos primeiros estágios do desenvolvimento de um ovo, ao observarem posturas de rãs. Em 1827, Karl Von Baer demonstrou definitivamente a maturação do folículo de Graef. Além disso, provou que em certo estágio de seu desenvolvimento, o embrião de rã é formado por três massas distintas a que chamamos atualmente ectoblasto, endoblasto e mesoblasto.

De acordo com Radl (1988) os estudos embriológicos de Baer (1792-1876) foram fundamentais para a constituição da embriologia como ciência moderna. Baer trabalhava contra a teoria preformista, e trouxe várias contribuições para a história do desenvolvimento dos mamíferos (chamada de evolução na época). Baer realizou observações que permitiram atacar a teoria de Meckel, Geoffroy e Serres, a qual se origina da teoria Kiehmeyer que comparava a gradação dos animais com sua evolução embrionária e filogenética.

Para Kiehmeyer os organismos eram dispostos em fila ascendente do simples ao complexo. O desenvolvimento embrionário humano iniciava pela compreensão de que o embrião em princípio vegeta, logo é estimulado e por último desenvolve um órgão sensorial atrás do outro, na mesma ordem que a escala dos seres vivos. E mais, que a origem dos organismos na história da terra também segue as etapas de gradação atual dos seres vivos. John Meckel (1781-1833) interpretou esta teoria no sentido de que os mamíferos e o homem durante seu desenvolvimento embrionário começam do grau mais simples (naquela época eram os pólipos) ascendendo às formas mais elevadas até se constituir toda a hierarquia do reino animal. Cabe ressaltar que Kiehmeyer falava da evolução e analogia das forças vitais e Meckel, por outro lado, se referia à evolução e semelhança das formas (RADL, 1988).

Meckel, Geoffroy e Serres descobriram um fato novo: no desenvolvimento embriológico os animais se pareciam uns com os outros, e que se pareciam mais quanto mais jovens eram. Baer estava de acordo com estes embriólogos em vários aspectos, mas diante da interpretação feita por eles de que os animais eram tão somente formas aprisionadas do homem, não havia mais tanta proximidade. Baer em seu livro *História da evolução dos animais* (1828) e em outras obras se opôs à doutrina do paralelismo entre a gradação dos animais e a sua evolução embrionária, no que se pode chamar de formação. Teoria que unia

elementos da teoria epigenética de Wolff com as opiniões morfológicas de Cuvier. Baer propunha que todos os animais se desenvolviam de tal forma que inicialmente tinham elementos fundamentais de seu tipo, posteriormente se diferenciavam mais e mais; o embrião possui sucessivamente em princípio as propriedades do tipo, até que aparecem sucessivamente as propriedades da classe, ordem, família, de gênero e espécie, até que surgem as características individuais; assim o embrião primeiro é vertebrado, depois ave, ave terrestres, gallinacea, etc. (RADL, 1988).

Em 1839, Schwann (1847), cujas ideias incorporavam os trabalhos de Schleiden, como já apresentado, publicou a obra *Pesquisas microscópicas sobre a conformidade na estrutura e crescimento entre plantas e animais* e colocou a célula como a região principal das atividades metabólicas do organismo, formulando, pois, uma das ideias fundamentais da Biologia, a Teoria Celular.

Por sua vez, Thuret, em 1854, viu espermatozoides rodearem um óvulo de alga e um deles penetrar em seu interior deixando a cauda para fora. Alguns anos mais tarde, Oscar Hertwig descobriu a fecundação nos animais (SENET, 1956).

Em 1880, Edward Strasburger estudando vegetais descobriu o desaparecimento do núcleo, quando uma célula se divide em duas células filhas, deixando pequenas estruturas em forma de bastonetes, facilmente coradas. Por causa dessa propriedade, Waldeyer, em 1888, lhes atribuiu o nome de cromossomos. Mais tarde ficou constatada a existência desses cromossomos em todas as células e em determinada espécie seu número é sempre fixo (SENET, 1956).

Com a formulação da teoria celular, grande parte da questão da epigênese estava resolvida. A substância amorfa de Aristóteles, a matéria de Maupertuis, Buffon e Needham, eram as células organizadas. Sabia-se que as células se multiplicavam e se transformavam, não se sabia, porém, como tais atividades eram controladas. O que era aquilo que atuava sobre a substância e formava seres vivos, a ideia formante de Aristóteles, a possibilidade espiritual de Harvey, a memória da matéria de Maupertuis, o molde interior de Buffon, e força vegetativa de Needham. O que organizava as células de modo a produzir indivíduos semelhantes a seus pais?

Uma das explicações mais aceitas na época era que cópias de todos os componentes do corpo, as gêmulas, eram transportadas através da corrente sanguínea aos órgãos sexuais e reunidas nos gametas. Com a fertilização, estas gêmulas dos sexos opostos se reuniam e todos

estes elementos se distribuíam, durante o desenvolvimento, nas diferentes partes do corpo para constituir uma mescla dos órgãos e tecidos maternos e paternos. Era a teoria da pangênese, bastante aceita entre os evolucionistas por apresentar uma explicação da origem das trocas hereditárias que poderiam resultar em novas espécies. O intenso uso de um órgão alteraria suas gêmulas e ocasionaria uma alteração em seus descendentes. Lamarck se utilizou desse conceito de gêmulas para explicar como o ambiente dirige as transformações adaptativas.

Darwin, também compartilhou destas ideias as quais, de alguma forma, se prestavam à explicação do aparecimento de indivíduos diferentes, portanto, passíveis de sofrerem os efeitos da seleção natural. Mas nunca ficou claro se o pesquisador considerou esta explicação uma solução suficiente para a resposta à existência da variabilidade natural das populações (CASTAÑEDA, 1995).

Galton, um sobrinho de Darwin, ainda no final do século XIX, viu na teoria da pangênese, apresentada na *Origem das Espécies*, uma forma de explicar a hereditariedade nos seres humanos. Ele tinha o propósito de aplicar os pressupostos da teoria da seleção natural ao ser humano, para desenvolver uma ciência sobre a hereditariedade humana, que possibilitasse, através de instrumentação matemática e biológica, identificar e selecionar os melhores seres humanos. Ele entendia que as características transmitidas eram ligadas aos aspectos físicos (altura, cor do olho, da pele etc.) e também as habilidades e talentos intelectuais. Fundou assim a “eugenia” ou a busca do indivíduo “bem nascido” (DEL CONT, 2008) que consistia na solução draconiana dos mais aptos vencerem na sociedade humana.

Galton via na seleção natural uma promissora explicação para o fenômeno da diversidade de espécies e na teoria da pangênese a transmissão de características dos progenitores à prole. De acordo com Gutiérrez *et alli* (2002), a compreensão que ele tinha sobre a teoria de Darwin não era acabada, não compreendeu que a seleção natural atua especialmente sobre a variação espontaneamente, sem relação com o melhoramento da espécie. Não compartilhava a interpretação gradualista darwinista e desvaloriza os efeitos ambientais.

Com relação à pangênese, realizou um experimento com coelhos para testá-la e analisá-la estatisticamente. Ele identificou a impossibilidade de confirmá-la e a considerou incorreta. Em oposição a ela, mas ainda utilizando alguns de seus elementos, procurou desenvolver uma teoria própria sobre a hereditariedade em dois artigos, o primeiro de 1872,

“On blood relationship” e o segundo de 1875, intitulado “A theory of heredity” (GUTIÉRREZ *et alli*, 2002; DEL CONT, 2008). Sua teoria da hereditariedade foi publicada em diferentes países, recebendo críticas, mas influenciando importantes grupos de pesquisadores. Bateson e Johansenn chegaram a considerar que Galton se antecipou a Weismann com relação à distinção do plasma germinativo e o somático (GUTIÉRREZ *et alli*, 2002), comentado a seguir.

O ambiente vitoriano da época favoreceu e estimulou tal pensamento eugênico de Galton que era ainda mais radical do que o darwinismo social de Spencer. Mas como Gutiérrez *et alli* (2002) lembram, houve também críticas, como por exemplo a realizada por Thomas Henry Huxley, um dos maiores defensores do darwinismo.

Galton, porém, teve o mérito de ser o precursor da biometria, a qual tem como objetivo de estudo tudo que é possível de ser medido nos seres vivos. De acordo com Del Cont (2008) no final do século XIX, um grupo de cientistas conhecidos como biometristas se organizou para dar continuidade às pretensões eugênicas. Grupo formado por evolucionistas que buscavam identificar regularidades estatísticas que pudessem descrever a ocorrência de variações contínuas em uma dada população, tendo na lei de hereditariedade formulada por Galton uma de suas principais bases. Na última década do século XIX e nas duas primeiras do século XX, houve um crescente número de investigações biométricas.

No final do século XIX, Weismann demonstrou a falsidade da teoria da pangênese, cortando a cauda de ratos por 22 gerações sem nunca eliminar as gêmulas supostamente ligadas à cauda cortada. Era de se esperar que, se a pangênese fosse correta, os camundongos sem cauda não teriam as gêmulas correspondentes e seus descendentes também não teriam cauda. Assim, Weismann substituiu a teoria da pangênese pela teoria do plasma germinal. Esta nova ideia propunha que os organismos multicelulares eram constituídos por dois tipos de tecidos: o somatoplasma e o plasma germinal. O primeiro consiste dos tecidos essenciais para o funcionamento do organismo, mas não estão envolvidos com a reprodução sexual, portanto, suas modificações não são hereditárias. O segundo estava envolvido na reprodução e qualquer modificação aí ocorrida é hereditária. A semelhança do plasma germinal em todas as gerações de descendentes é o que explica suas semelhanças biológicas (MARTINS, 2003). As ideias de Weismann foram desenvolvidas nas últimas quatro décadas do século XIX, sendo publicadas no livro *Vortäge über Descendenztheorie* de 1902 (MARTINS, 2006).

A ideia do plasma germinal não pôde ser comprovada pela observação. Entretanto, já carregava hipóteses de trabalho ligadas ao conceito de células somáticas e germinativas. A pergunta acerca do que atuava sobre a célula ao longo das gerações, porém, ainda não tinha sido respondida.

Mendel, em 1865 tornou à questão, de alguma forma, mais aclarada a partir de experimentos controlados fora do laboratório. Ele descobriu que cada característica tinha origem material, a qual denominou fatores, que se apresentavam em dose dupla, eram independentes uns dos outros e a contribuição dos dois sexos era equivalente na produção de uma nova geração. Cada fator da dupla pode dominar o outro (dominante) ou, conseqüentemente, ser dominado por ele (recessivo). Seus resultados, porém, não foram reconhecidos na época em que Mendel os apresentou.

A herança podia entendida como um conjunto de células controladas por fatores. Mas tal explicação somente viria a acontecer algumas décadas mais tarde quando os fatores identificados por Mendel pudessem assumir um papel concreto dentro da Biologia, nas mãos dos pesquisadores do início do século XX.

Assim, a teoria celular possibilitou uma explicação única para desenvolvimento dos organismos permitindo uma generalização fundamental para a Biologia, pois determinou o substrato material do mundo orgânico. Enquanto a teoria do meio interno unificava a fisiologia moderna numa atividade funcional comum a todos os organismos, o conjunto de operações realizadas pelo organismo para manutenção do equilíbrio do meio interno. E, finalmente, tanto o substrato celular como a atividade fisiológica eram controladas pelos fatores, mais tarde denominados genes.

3. A preocupação dos filósofos naturalistas

No início do século XIX a crença vigente era que para se conceber mais profundamente a vida se fazia necessário estudar a estrutura do corpo. Neste período se escreveu muito sobre as forças que geram as formas. Cuvier, Geoffroy e Decandole sustentaram esta filosofia com suas teorias, neste terreno nasceu o que se chamou de morfologia idealista. Ela assim foi denominada para diferenciá-la da morfologia evolucionista de Haeckel. Os estudos se baseavam na construção de esquemas, planos de simetria e eixos para falar de cada gênero e espécie, utilizando-se do método comparado. As interpretações

morfológicas eram diversas. Cuvier supunha quatro planos no mundo animal, Geoffroy somente um, Goethe buscava um plano geral nos vegetais, algo como uma planta primordial ideal, Owen construiu um mamífero esquemático o denominando “arquetipo” etc. (RADL, 1988).

Goethe, apoiado por um fundo vitalista (que acreditava na existência de uma força vital do ser), apropriara-se da ideia de metamorfose, que significa mudança das formas (numa compreensão diferente de Lineu) para explicar o desenvolvimento de uma planta, da semente até a planta adulta. Goethe afirmava que a planta se desenvolve em múltiplas formas por transformações sempre do mesmo órgão. As forças originárias dessas transformações seriam: primeiro os sulcos vegetais, depois a luz e o ar, logo as leis de expansão e contração periódicas que são advertidas ao passo que a planta se desenvolve. Tal interpretação foi aceita e seguida por muitos nos fins dos anos 30 e 40 do século XIX. Outros botânicos apenas se interessavam na observação dos órgãos das plantas, mas Goethe acentuava a ideia de que as partes dos vegetais são concreções palpáveis, manifestações efêmeras do fluído vital que é impalpável e não pode ser concebido pelos sentidos, somente pela inteligência. A interpretação de Goethe à ideia de metamorfose foi feita em um sentido muito geral, servindo de base para sua botânica e zoologia, como também à totalidade da filosofia biológica (RADL, 1988).

A teoria de Goethe teve diferentes interpretações, mas ninguém interpretou bem seu fundo vitalista. Naquela época, por influência dos franceses, florescia a morfologia na Alemanha e a metamorfose somente foi aceita nos seus aspectos morfológicos, entendendo-se que o problema vital era pouco científico (RADL, 1988).

Para Radl (1988) o conceito de metamorfose, entendido de forma profunda, foi a base da filosofia biológica na primeira metade do século XIX, estendendo-se assim a outras áreas além da anatomia, como a psicologia e a filosofia e sustentando uma compreensão sobre a “evolução” dos seres vivos antes da proposição de Darwin. Após a publicação da obra *A origem das espécies*, finalizaram-se as argumentações sobre o progresso do espírito na natureza e sobre a realização de diferentes planos e o conceito de metamorfose tornou-se somente um rudimento.

Na botânica o conceito de metamorfose inventado para falar sobre as semelhanças dos órgãos, os zoólogos a chamaram de analogia e homologia. Outros conceitos dentro dessa visão vitalista foram os de divisão de trabalho, progressão, morfologia, arquitetônica, sistema

natural baseado na morfologia, os quais posteriormente foram apropriados pelo darwinismo, que se utilizou de seus elementos, mas abandonou a doutrina que traziam subjacente, substituindo-a por uma nova concepção de mundo (RADL, 1988).

Também neste século, como atesta o título do famoso texto darwiniano, foi proposto o problema do surgimento das espécies, gêneros, etc. Durante o século XVIII não houve inquietudes para investigar se as espécies haviam nascido ou sido formadas, se existiam espécies ou não; problema escolástico antigo que foi renovado pelos biólogos no século XVIII, uma vez que se defendia até então que Deus tinha criado tudo (RADL, 1988).

Um importante caminho para o entendimento da história natural dos animais e plantas veio da interpretação dos fósseis apresentada por G. George Cuvier (1769-1832). Para explicar as dimensões gigantescas e o desaparecimento desses fósseis, Cuvier elaborou a Teoria das Catástrofes na qual a Terra periodicamente sofria grandes movimentos com a ocorrência de grandes extinções e, em seguida, períodos de calma, com novas criações (CUVIER, 1833).

Segundo Ferreira (2003), Cuvier, assim como a maioria dos naturalistas da época, sofreu profunda influência do conceito de teleologia, abandonado pelos filósofos e experimentalistas de tradição mecanicista. Havia um distanciamento explícito dos experimentalistas pesquisadores dos fenômenos físicos e químicos que recusavam essa ideia das causas finais.

Entretanto, para Cuvier o conceito de adaptação é estabelecido por uma causa final, a qual abrangia os critérios tipológicos usados para organizar a diversidade do mundo vivo. As funções biológicas eram determinadas pela relação entre os órgãos de um ser vivo e cada ser e seu ambiente. Essas determinações relacionais eram, por ele, denominadas de correlação de partes e condições de existência. O conceito de adaptação era rigidamente determinista e reforçava a ideia de espécies fixas (FERREIRA, 2003).

Outros pensadores como Schelling, Oken, Carus e Geoffroy Saint-Hilaire, buscaram uma visão menos determinista da adaptação, através de leis mais gerais e não a partir de cada ser vivo. Esta versão menos determinista da adaptação, permeada, por sua vez, pelo conceito de progresso, enfraquecia a teleologia criacionista ortodoxa e fixista e possibilitava algum dissenso e o eventual surgimento de novas ideias, como, mais tarde, a teoria darwinista da seleção natural (FERREIRA, 2003).

Já Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) inaugurou a Paleontologia dos Invertebrados e lançou a primeira teoria fundamentada sobre a evolução dos seres vivos contestando a visão catastrofista de Cuvier (1833). Lamarck entendia que todas as formas de vida eram originalmente produzidas por geração espontânea (MARTINS, 1994).

Partido de um germe microscópico, a forma de vida é impulsionada por uma necessidade de tornar-se complexa. As modificações levam gerações para ocorrerem. Assim, como o anfíbio é mais simples que o mamífero, então, ele apareceu mais tarde. E as formas mais inferiores, ainda mais tarde. Neste esquema, os seres vivos formam uma hierarquia semelhante à Cadeia dos Seres. Mas, havia uma importante diferença. Lamarck não acreditava que a cadeia dos seres fosse a mesma para os animais e os vegetais (MARTINS, 1997).

Para Lamarck, pode haver transformação paralela, graças ao hábito que modificava a forma a partir das necessidades apresentadas pelo meio. Esta ideia implica que a evolução é dirigida por um impulso de fora para dentro do indivíduo. Esse mecanismo foi denominado Herança dos Caracteres Adquiridos (*Filosofia Zoológica* [1809] LAMARCK, 1914).

Na formulação de Lamarck, a teleologia é expressa com um novo significado. Enquanto em seus predecessores ela aparece como um princípio relacional, como uma harmonia estática de correlação das partes e condições de existência, Lamarck lhe atribui um caráter dinâmico resultando em um processo sem fim voltado para graus crescentes de perfeição e de complexidade. O ser humano seria o ápice provisório desse processo (FERREIRA, 2003).

Lyell (1837), em seu livro *Princípios da Geologia* substituía a metafísica das causas finalistas vindas ou não da providência divina, pelas causas materiais. Os equilíbrios naturais seriam resultante frágil de fatores antagônicos. Ele fornecia os meios para se pensar o encontro do meio ambiente físico com as populações animais e, sobretudo, vegetais. Thomas Malthus (1852), por sua vez, alertara para o conflito entre o crescimento populacional e a disponibilidade de alimento.

Darwin reuniu a ideia de descendência modificada com o conceito de seleção natural e colocou-a no lugar da explicação finalista tradicional. Assim, a necessidade de um criador parece deixar de existir, sendo substituída pela ação do ambiente. O determinismo, no entanto, não foi totalmente abandonado. A ideia de seleção natural transportada para as ciências sociais de forma mecânica, supondo que o ambiente humano tenha as mesmas características

do ambiente natural, produziu simplificações reducionistas que sustentaram ideologias conservadoras, como o darwinismo social de Spencer.

De acordo com Mayr (2008), *A origem das espécies* de Darwin estabeleceu cinco teorias relacionadas a aspectos diferentes da evolução variacional:

[...] (1) que os organismos evoluem continuamente ao longo do tempo (teoria da evolução em si); (2) que diferentes tipos de organismos descendem de um ancestral comum (a teoria da origem comum); (3) que as espécies se multiplicam ao longo do tempo (a teoria da multiplicação das espécies ou especiação); (4) que a evolução se dá nas populações (a teoria do gradualismo); (5) que o mecanismo da evolução é a competição entre grandes números de indivíduos únicos por recursos limitados, o que leva a diferenças em sobrevivência e reprodução (a teoria da seleção natural) (MAYR, 2008, p. 241).

Para Mayr os biólogos atualmente assumem a primeira não como teoria, mas como fato. As mudanças registradas nos fósseis e inscritas nos registros geológicos se fixam como um *fato* chamado de *evolução*. Ainda de acordo com ele, o caso dos fringílídeos em Galápagos já havia dado a convicção sobre a teoria da descendência comum, havendo grande e imediata aceitação. Além disso, as manifestações da origem comum podem ser observadas pela anatomia comparada, pela embriologia comparada, sistemática e pela biogeografia. A objeção viria com a inserção do homem no cenário da descendência com modificação, também por ele explicar que os organismos derivam de outros organismos, mas não ter explicado a origem da vida. Uma das objeções mais fortemente levantadas contra a teoria gradualista foi que ela não era capaz de explicar a origem dos órgãos, estruturas, capacidades fisiológicas e padrões de comportamento inteiramente novos. A descoberta das extinções em massa foi a segunda objeção contra esta teoria.

O que Darwin não pôde explicar foi a origem da variação encontrada nas populações sobre a qual atuava a seleção natural (MAYR, 2008). Se determinada população respondia às pressões ambientais de forma positiva, ou seja, se se reproduzia de forma eficiente com uma grande taxa de sobrevivência de seus descendentes férteis, como apareciam as formas alternativas que poderiam ser selecionadas a partir de alguma mudança ambiental importante? Em *A origem das espécies*, ele escreve:

A nossa ignorância a respeito às leis da variação é muito profunda. Não podemos, uma vez em cem, pretender apresentar as causas de uma variação qualquer. Contudo, todas as vezes que conseguimos reunir os termos de uma comparação, notamos que as mesmas leis parecem ter atuado para produzir tanto as pequenas diferenças que existem entre as variedades de uma mesma espécie, como as grandes diferenças que existem entre as espécies do mesmo gênero (DARWIN, 1987, p.126).

Em 1868 Darwin publicou *The variation of animals and plants under domestication*, em que desenvolve suas ideias sobre hereditariedade inicialmente vinculadas à herança dos caracteres adquiridos (CASTAÑEDA, 1994). Mais tarde, com os resultados de Weismann, Darwin aderiu à teoria da pangênese como explicação para a origem da variação. Howard (2009) afirma que Darwin não resolveu a questão da herança. Ele apresenta a ideia da pangênese na primeira edição de 1868 de *A origem das espécies*, mas nas demais edições não o faz. Sobre esta questão Castañeda (1994) assevera que, embora Darwin tenha feito investigações sobre a variação, sua obra indica incertezas sobre a questão, não possibilitando a certificação de que ele resolvera as suas dúvidas ou não. A resposta, sabe-se hoje, estava na genética. Isto, no entanto, foi uma questão para o século XX.

Se o finalismo em Lamarck se ligou à ideia de um processo de transformação, em Darwin esta transformação se apresenta multidirecional, distanciando-se de possíveis esquemas teleológicos, substituindo as causas finais por causas eficientes imediatas. Uma vez que a seleção natural era suficiente para explicar a orientação do processo, Darwin não encontrou lugar para nenhuma explicação teleológica. O progresso em termos de um aumento de complexidade produzido pela evolução seria uma consequência do processo como um todo, mas não uma tendência necessária em todos os casos durante todo o tempo (FERREIRA, 2003).

No entanto, Collingwood (1986) afirma que Darwin falava constantemente em uma teleologia não consciente da natureza. A vida é concebida como se assemelhando ao espírito e diferenciando da matéria ao desenvolver-se num processo histórico, orienta-se através desse processo não ao acaso, mas sim em direção à produção de organismos mais aptos para sobreviver em determinado ambiente.

Esta teoria, em princípio, implica a concepção filosófica de uma força vital, ao mesmo tempo imanente e transcendente em relação a cada um dos organismos vivos; imanente por existir nesses organismos; transcendente por procurar realizar-se não apenas na perpetuação do seu tipo específico, e sim por estar sempre tentando encontrar, por si mesma, uma realização mais adequada num novo tipo. No plano da filosofia, a concepção do processo vital como diferente das transformações mecânicas ou químicas revoluciona a concepção de natureza (COLLINGWOOD, 1986) como a apresentada por Hegel.

Numa perspectiva complementar, Darwin foi o primeiro a introduzir o ponto de vista filogenético comparado na investigação do comportamento com seu trabalho sobre os movimentos de expressão no homem e nos animais.

Além de Darwin, segundo Eibesfeldt (1974), Altum, em 1868, escreveu sobre formas de comportamento inato nos animais e James em 1890 descreveu os instintos como correlacionados com os órgãos. Da mesma maneira que um animal tem certos órgãos, possui também a capacidade inata de utilizá-los e esta capacidade se basearia em uma organização neural determinada. Morgan (1890-1900) se expressa de forma semelhante ao dizer que a estrutura do sistema nervoso central em que se baseiam os instintos é um resultado do desenvolvimento filogenético. Estes autores são considerados os precursores da etologia (EIBESFEDT, 1974).

Mas Darwin não foi o único construtor da teoria da seleção natural. Ele divide a elaboração desta obra com Wallace. Este jovem naturalista, viajando pelo sudeste asiático e estudando sua fauna e sua flora, chegou às mesmas conclusões que Darwin, por caminhos diferentes (HORTA, 2003a). Wallace apresenta duas fases acerca do pensamento sobre a origem das espécies. Na primeira, acreditava poder resolver todos os fatos relativos à evolução através da hipótese da especiação por separação geográfica, sem perceber que as inúmeras espécies existentes na parte contínua de territórios continentais não se encaixavam na proposta. Nesta fase não há ainda em Wallace os temas da luta pela existência e da seleção natural. Contudo, já possuía uma teoria evolucionista completa com um mecanismo causal (o mecanismo da separação geográfica como *causa* da evolução) que ele, em 1858, abandonou em favor da seleção natural das variedades (HORTA, 2003b). Assim, foi atribuída a Darwin e a Wallace a autoria da teoria da seleção natural.

Após a teoria da evolução gradual das espécies a partir de um ancestral comum ter sido aceita, muitas teorias concorrentes foram elaboradas para tentar responder qual era o mecanismo que produzia mudança evolutiva, estas foram debatidas por oitenta anos, muitas foram refutadas restando a teoria da seleção natural, a qual é vigente até o presente (MAYR, 2008).

4. Os pesquisadores viajantes e suas observações

O século XIX foi um período pródigo em viagens. Os viajantes buscavam, para o mundo que iam conhecendo, elaborar explicações articuladas entre as novas coisas que encontravam e os elementos que as velhas ideias forneciam. Dentre os viajantes Alexander von Humboldt e Dalton Hooker, entre outros, observam que paisagens semelhantes em termos físicos apresentam flora e fauna diferenciadas, por exemplo na América do Sul, Nova Zelândia e Austrália. Humboldt (1826) em 1804 publicou *Viagem às regiões equinociais do Novo Continente* e enumera as diferentes formas vegetais das paisagens terrestres encontradas por ele.

Conforme Springer e Vitte (2009), este pesquisador-viajante trazia consigo o vitalismo de Blumembach, a noção de orgânico de Kielmeyer, e ainda, a noção kantiana de teleologia da natureza e de organismo. Por isso, ainda conforme estes autores, Humboldt entendeu a paisagem como a manifestação de relações e conexões apresentadas a partir de um vitalismo, uma entelúquia existente na natureza a qual ele chamará de “fisiognomia” da paisagem. Esta permite, além do conhecimento mecânico da natureza, a descoberta de uma arqueologia de tempos acumulados.

Essa noção de “fisiognomia” da paisagem irá se transformar nos conceitos de fisiologia e de geosfera. Esta última é vista pelo autor como o produto de múltiplas causas e interações onde vários climas se sucedem ao longo do tempo deixando suas marcas nos estratos. Isto permite, por meio da observação, de medidas e de correlações espaciais, reconstruir a história da natureza em paleoespaços. Assim, Humboldt lançou as bases da geografia física, da ecologia e, ainda, influenciou o evolucionismo de Charles Darwin (SPRINGER; VITTE, 2009).

Alphonse de Candolle (1806-1893), por sua vez, publicou *Geografía botânica* e definiu no agrupamento vegetal a base da noção de ecossistema. Asa Gray (1810-1888) e Adolf Engler (1844-1930) contribuíram, significativamente, com os seus relatos para uma melhor caracterização das formas de distribuição vegetal no mundo. Estes autores são considerados os fundadores da Geografia Botânica. De acordo com Radl (1988), Candolle compartilhava da morfologia idealista, defendendo a ideia de que o botânico deveria investigar a simetria do corpo vegetal ao modo que o cristalógrafo investiga o cristal.

Estes pesquisadores-viajantes observaram e analisaram a vegetação das terras que visitaram e, além de conhecerem novas espécies, encontraram uma organização vegetal diferente da europeia. Indivíduos da mesma espécie apresentando fisionomias diferentes em lugares diferentes; indivíduos de espécies diferentes apresentando fisionomias semelhantes em lugares semelhantes e outras tantas variações associadas entre o ambiente e a população vegetal (ACOT, 1990).

Nos séculos anteriores, o olhar dos viajantes se voltava para uma explicação divina, ligada à cadeia do ser. Mas, após a segunda metade do século XIX, os viajantes procuravam soluções à maneira de Lyell e Darwin. Respostas na própria natureza. E, ainda, com uma preocupação positivista, ou seja, procuravam as leis relacionais sobre os fenômenos que constatavam. Buscavam, portanto, as relações entre os fenômenos observados. Plantas de espécies diferentes com fisionomias semelhantes expressavam uma aparente relação com solo semelhante, clima semelhante, topografia semelhante etc (ACOT, 1990).

Das muitas e interessantes descobertas desses geobotânicos, uma das mais relevantes foi a constatação de certa regularidade na repartição fisionômica dos vegetais na superfície do globo, iniciando o estudo do conjunto das comunidades vegetais em determinado território. E, ao estudar as características do meio externo eles observaram que tais comunidades apresentavam um grau de interação com seu ambiente ligado ao crescimento, desenvolvimento e distribuição dessas comunidades.

Desta forma, os primeiros passos da ecologia foram dados a partir da geografia botânica. Ainda que Darwin tenha se preocupado com a interação entre os organismos e o meio na publicação de *A origem das espécies* e que o termo ecologia tenha sido criado pelo evolucionista Ernest Heinrich Haeckel (1834-1919) em 1866 - em uma nota de pé de página na sua obra *Morfologia Geral dos Organismos*, a definição de ecologia, dentre muitas que o autor enunciou, pode ser assim sintetizada: a ecologia é o estudo das inter-relações complexas dos seres vivos (estabelecidas a partir) da luta pela existência (ACOT, 1990).

Matagne (2003) também se atenta para o fato de que ainda que o contexto no qual foi criado o termo ecologia seja darwiniano, seria imprudente deduzir, de maneira quase mecânica, que existe uma filiação histórica entre o darwinismo e a ecologia. As análises tendem a mostrar que até ao início do século XX os fundadores da ecologia não inscreveram seus trabalhos num quadro darwiniano, mas antes o de uma biogeografia que se interessa mais pelo estado adaptado que pela análise dos processos de adaptação. Pode-se acrescentar que a

concepção da adaptação direta de diversos ecólogos ou pré-ecólogos está próxima da de Lamarck (MATAGNE, 2003).

Há, pois, algumas diferenças do pensamento dos geobotânicos em relação aos evolucionistas darwinistas. A unidade de estudo, para os geobotânicos, era a comunidade biológica e, para os evolucionistas, era a espécie. A escala de tempo considerada, para os geobotânicos, eram as variações sequenciais das situações impostas às comunidades vivas e, para os evolucionistas, era a temporalidade geológica. Por último, os aspectos estudados pelos geobotânicos eram realizados a partir de comunidades botânicas e, para os evolucionistas, eram fundamentalmente de natureza zoológica.

Ao lado dos botânicos, surgiram alguns naturalistas interessados na distribuição e nos hábitos dos animais das novas terras. Eram, principalmente, Schramda (1853), Slader (1858), Huxley (1868) e Wallace (1876). Este grupo de pesquisadores, quando observaram a distribuição dos organismos, perceberam que estes estavam adaptados às condições da região que ocupavam e que podiam agrupá-los em conjuntos característicos de acordo com as diversas regiões produzindo unidades biogeográficas. Estas eram, por sua vez, divididas em domínios, os domínios em setores, e esses, em distritos, numa hierarquia geográfica.

Os grupos de espécies (táxons) que ocupavam cada região também apresentavam uma hierarquia. As unidades abrigavam um endemismo de ordens ou famílias, as regiões um endemismo de famílias e gêneros, e, finalmente, os distritos, apresentavam um endemismo de gênero, espécie e subespécie.

Num dos primeiros e mais importantes tratados dessa nova ciência publicado em *The geographical distribution of animals* (1876), Wallace quantificou a fauna neotropical em mais de 900 gêneros, entre os quais 4/5 dos gêneros de mamíferos e 5/6 dos de aves, e pelo menos 45 famílias de vertebrados são peculiares à Região Neotropical. A despeito do subjetivismo da delimitação das categorias taxonômicas superiores à espécie, aqueles números dão uma ideia de quanto a fauna neotropical tinha de peculiar (ALMAÇA, 2002). Através de seus trabalhos, Wallace estabeleceu os conceitos básicos da biogeografia, que ainda são vigentes. Por esses motivos ele é considerado o pai da biogeografia.

Segundo sua teoria, todas as espécies de plantas e animais conhecidas atualmente tiveram sua origem em uma área específica e limitada, colonizando outras regiões por dispersão. Esses grupos de animais e plantas podem se distribuir de quatro formas principais: cosmopolita, (área que cobre a maior parte do planeta); circuneterrestre (áreas que se localizam

ao redor do mundo entre os limites latitudinais); disjunta (áreas descontínuas, fragmentadas); e endêmica (áreas restritas a um território).

O êxito da dispersão depende da capacidade de movimento e das condições climáticas que determinam a sobrevivência dos grupos, cujos obstáculos são conhecidos como barreiras, as quais são os limites da dispersão. Estas barreiras de isolamento apresentam grande variação e podem ser geográficas, ecológicas ou genéticas e mostram que as regiões mais ricas em endemismos no planeta são as ilhas, montanhas e desertos.

Wallace, tomando como base a distribuição das plantas e animais (principalmente mamíferos), propôs a divisão do planeta nas seguintes regiões: Neoártica (América do Norte); Neotropical (América do Sul, Central e Antilhas); Etiópica (África, exceto o norte, a península Arábica e a ilha de Madagascar); Paleártica (Norte da África e Eurásia); Oriental (Sudeste da Ásia, ilhas de Sumatra, Java e Bornéu) e Australiana (Austrália, Tasmânia e Nova Guiné). A união das grandes regiões biogeográfica era a zona de transição.

Desta forma, as explicações dispersalistas dominaram a biogeografia, baseadas na premissa de que a Terra era estável e de que havia centros de origem possíveis de ser identificados. Os seres vivos do globo estariam distribuídos de forma regular obedecendo a um padrão, separados por regiões de transição.

No campo da pré-ecologia, em 1875, Eduard Suess (1831-1914) introduz o termo biosfera no último capítulo de uma obra sobre a formação dos Alpes, para designar o conjunto de seres vivos no planeta. Há novamente uma alusão ao termo em sua grande obra, *A face de Terra* (1885-1909), a primeira exposição de geologia geral do globo. A biosfera aparece nesta obra, como o lugar acima da litosfera onde habitam os seres vivos, como resultado de um fenômeno limitado pelo espaço e tempo (MATAGNE, 2003).

O termo foi conceituado pelo geólogo Wladimir Ivanovitch Vernadsky (1863-1945) numa obra publicada em 1926 em russo, e em francês em 1929. Biosfera significa a região do globo terrestre onde estão contidos todos os seres vivos e seus ecossistemas (VERNADSKY, 1997)

Em 1877 Karl Möbius (1825-1908) cria o termo biocenose (do grego bios: vida e koinos: comum) por ocasião de uma missão científica de investigação das causas do esgotamento dos bancos de ostras em algumas regiões da Alemanha ocidental. O cientista concebe o termo como “uma comunidade de vida”. A originalidade do seu trabalho é considerar não somente a ostra, o seu assunto de estudo, mas também o restante da

comunidade animal e vegetal que se relaciona com estes moluscos numa área específica (MATAGNE, 2003).

S. A. Forbes, em 1887 publica *O lago como um microcosmo*, aprofundando a discussão da relação entre os organismos a partir da luta pela sobrevivência e entre estes e o meio ambiente, a partir da seleção natural. Para o autor as comunidades apresentavam um equilíbrio no número de espécies que as constituem (ANGELINI, 1999).

Em 1895, Eugen Warming (1841-1924), em sua obra *Ecologia das Plantas*, tornou-se o primeiro pesquisador a relacionar os estudos de vegetação a uma distribuição espacial baseada em causas geográficas e físicas específicas. A partir de procedimentos sistemáticos, o autor procurou evitar os trabalhos apenas cronológicos, característicos dos estudos biogeográficos da época, procurando as bases biológicas dos processos de distribuição nas comunidades vegetais. E assim, nasceu propriamente a ecologia, um ramo da Biologia com estatuto, metodologia e linguagem própria e uma teoria central (ACOT, 1990).

É interessante se ater ao fato de que, segundo Matagne (2003), Eugen Warming, adota a teoria da adaptação direta de Lamarck como princípio. Traz, pois, consigo, segundo o autor, a influência dos viajantes geógrafos botânicos.

Considerações finais

A ideia de natureza construída ao longo da história pela Filosofia foi um dos principais fatores a participar da criação da ciência moderna. Nesta natureza mecânica, matematizada, empírica, histórica e probabilística, que os métodos se inseriram, procurando chegar às leis e elaborar as teorias que explicavam os fenômenos naturais. O olhar do cientista enxergava esta natureza. E os elementos constitutivos desta, e não de qualquer outra, que expressam sua existência, a filosofia os chamou de ontológicos. Sem eles não é possível pensar a ciência.

Por outro lado, a proposta da Ciência é construir uma explicação para o mundo vindo das pesquisas produzidas pelos cientistas a partir da aplicação dos métodos, da formulação de teorias, leis e da linguagem estabelecidas pela comunidade científica.

Durante o século XIX, o conhecimento científico procurou desvendar os fenômenos e processos ligados às diversas manifestações da vida. E, este avanço ocorreu em duas principais frentes: nas observações de campo e nas experimentações em laboratório. A atividade experimental respondeu e levantou muitas outras questões ligadas à constituição,

funcionamento, desenvolvimento e transmissão hereditária dos organismos (animal e vegetal). Os laboratórios experimentais das faculdades de medicina se tornaram um dos grandes redutos desta nova ciência que expressava a incumbência de fornecer subsídios à prática médica.

As três principais teorias de origem experimental que participaram da construção do pensamento biológico foram gestadas nos laboratórios do século XIX: a teoria celular, a teoria do equilíbrio interno e a teoria genética. Tais teorias abrangem as questões estruturantes que dizem respeito ao conceito de organismo na Biologia (sua constituição estrutural, funcional e seu desenvolvimento e transmissão de características). É verdade que apenas a primeira era uma teoria formalizada nesta época. As outras foram acabadas algum tempo depois (no início do século XX). No entanto, uma vez enunciadas elas se manteriam sem grandes modificações por todo o século seguinte.

Quanto às observações de campo, suas respostas forneceram subsídios para uma construção do significado de natureza que pudesse dar um sentido consistente à realidade europeia daquele período. Neste caso as questões mais relevantes diziam respeito à origem e a relação dos seres vivos entre si e, particularmente, ao se considerar o homem (europeu e não europeu). A nova ciência já se mostrava vitoriosa no combate às últimas tentativas de explicação da velha escolástica. Mas, também, oferecia seus préstimos às doutrinas do determinismo biológico e da superioridade racial (europeia), em relação aos outros povos do mundo.

Os filósofos naturalistas se preocupavam principalmente com a origem, transformação, interação e dispersão dos seres vivos. Tais preocupações levaram a elaboração de proposições pré-ecológicas, biogeográficas e evolucionistas que caminham, pois, lado a lado durante a segunda metade do século XIX, encontrando-se efetivamente apenas nas primeiras décadas do século XX, após o pensamento evolutivo apoiado na genética ser tomado como elemento unificador do pensamento biológico. Somente a partir deste período a ecologia e a biogeografia passaram a ser vistas como ramos da Biologia.

Referências

ACOT, P. **História da Ecologia**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

ADÚRIZ-BRAVO, A., IZQUIERDO, M. & ESTANY, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p.465-476

ALMAÇA, C. Reino Animal. **Episteme**, Porto Alegre, n.15, p. 97-106, ago./dez. 2002.

ANGELINI, R. Ecosistemas E Modelagem Ecológica, p.1-16. In Pompêo, M. L. M. (Ed.). **Perspectivas na Limnologia do Brasil**. São Luís: Gráfica e Editora União, 198 pg., 1999.

BERNARD, C. **Introduction à l'étude de la médecine expérimentale**. (1865). Paris: Éditions Garnier-Flammarion, 318 pp. 1966.

BERTHOLD, A. A. Transplantation der Hoden. **Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med.**v.16, p. 42-6, 1849.

BICHAT, M.F.X. **La Vie et la Mort**. 9ª Ed. Paris: Charpentier, Librairie-Éditeur, 1866.

CANDOLLE, A. de. **Géographie Botanique Raisonnée**. Paris, Librairie de Victor Masson, 1855.

CANGUILHEM, G. **Ideologia e racionalidade nas ciências da vida**. Lisboa: Edições 70, 1977.

CASTAÑEDA, L. A. As ideias de Herança de Darwin: suas explicações e sua importância. **Revista da SBHC**, n.11, p.67-73, 1994.

_____. História Natural e Herança no Século XVIII: Buffon e Bonnet. **História, Ciências e Saúde- Manguinhos**, v. 2, n.2, Jul-Out, p. 33-50, 1995.

CLAROS, G. Aproximación histórica a la biología molecular a través de sus protagonistas, los conceptos y la terminología fundamental. **Panace@**, v.4, n.12, p.168-189, jun. 2003.

COLLINGWOOD, R.G. **Ciência e filosofia**. A ideia da natureza. Lisboa: Editorial Presença, 1986.

CUVIER, B. **The animal kingdom**. New York: G. & D. &H. Carvil, 1833.

DARWIN, C. **A Origem das Espécies**. Rio de Janeiro. Hemus Editora, 1987.

DEL CONT, V. Francis Galton: eugenia e hereditariedade. **Scientiae studia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 201-18, 2008.

EIBESFELDT, I.E. **Etologia**. Introduccion al estudio comparado Del comportamiento. Barcelona: Ediciones Omega, 1974.

FERREIRA, M. A. A teleologia na Biologia contemporânea. **Scientiae Studia**, v. 1,n.2, p. 183-193, 2003.

FREZZATTI JUNIOR, W. A. Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. **Scientiae Studia**, v. 1, n. 4, p.435-461, 2003.

GARRET, J. Esquisso Histórico da Farmacologia em Portugal. ANAIS DA XIX REUNIÃO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FARMACOLOGIA, Coimbra, 1988.

GONZÁLES, M. A. S. **Historia, teoria y método de La medicina**: introducción al pensamiento médico. Barcelona: Masson S.A. 1998.

GUTIÉRREZ, R.R.; SUARÉZ, L.; GUAZO, L. Eugenia, herancia, selección y biometría en la obra de Francis Galton. **ILUIL**, v.25, p. 85- 107, 2002.

HADDAD JÚNIOR, H. História da Fisiologia. p. 1- 30. In MELLO-AIRES, M. (Org.) **Fisiologia**. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogam 2007.

HEGEL, G. W. F. **A fenomenologia del espíritu**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1986.

HORTA, M. R. A primeira teoria evolucionista de Wallace. **Scientiae Studia**, v. 1, n. 4, p. 519-530, 2003a.

_____. O impacto do manuscrito de Wallace de 1858. **Scientiae Studia**, V.1, n.2, p. 217-229, 2003b.

HOWARD, J. C. Why didn't Darwin discover Mendel's laws? **Journal Of Biology**, v.8, art.15, p.1-8, 2009.

HUMBOLDT, A. **Equinotial regions of the new continent** – during the years 1799-1804. V.6, parte 1. London: Printed for Longman, Rees, Orme, Brown and Green Paternoster Row, 1826.

LAMARCK, J. B. **Zoological Philosophy**. An exposition with regard to the natural history of animals. [1809],). London : Macmillan and Co., Limited,. 1914.

LYELL, C. **Principles of geology. VI e VII**. Philadelphia: John I. Kay & CO, 1837.

MAGENDIE, F. **Elementary Compendium of Physiology**: For The Use of Students. Philadelphia: Published by James Webster, 1824.

_____. **Formulary for the preparation and employment of several new remedies, namely, resin of nux vômica, strychnine, emedine, iodine, piperine, chorurets of lime and soda, salts of gold, and platina, phosphorus, digitaline, etc,etc**. London: Printed for T> and G. Underwood, 1828.

MALTHUS, T. **Essai sur le principe de population**. 2 ed. Paris: Guillaumin ET C. Libraries, 1852.

MAPERTUIS, P. L. M. **Venus Physique**. 6 ed. Paris, 1751.

MARÍAS, J.; ENTRALGO, P. L. **Historia de la filosofía y de la ciencia**. Ediciones Guadarrama, 1964

MARTINS, L. A. C. P. **A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação.** Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular). 1997. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia, Campinas, 1997.

_____. August Weismann E Evolução: Os Diferentes Níveis De Seleção. **REVISTA DA SBHC**, Nº I, p.53-75, 2003.

MATAGNE P., Aux origines de l'écologie, **INNOVATIONS**, nº 18, p.27-42, 2003

MAYR, E. **Isto é Biologia:** a ciência do mundo vivo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MENDEL, G. **Experiments in plant hybridization (1865). 1996. Trad.** por Electronic Scholarly Published. Disponível em: <<http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/gm-65.pdf>>. Acesso em: 29/03/2010.

MENDES, E. G. Fisiologia: crises? **Estud.Av.** vol.8, n.20, São Paulo Jan/Abr. 1994.

MÜLLER, J. **Elements of Physiology.** Philadelphia, Lea and Blanchard, 1843.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. Fragmentos da construção histórica do pensamento neo-empirista. **Revista Ciência e Educação**, vol. 5. Bauru: Unesp, 1998, p. 37-54.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. Fragmentos do Pensamento Idealista na História da Construção das Ciências da Natureza. **Revista Ciência e Educação**, v. 7, nº 2, p. 265-285, 2001.

OLIVEIRA, A. B. **A Evolução da Medicina até o Início do Século XX.** São Paulo, Pioneira, Secretaria do Estado da Cultura, 1981.

PIÑERO, D. La tradicion de los hibridólogos en los ciclos XVIII y XIX- La teoria celular y su influencia en el nacimiento de la biología. IN: BARAHONA, A.; SUAREZ, E.; MARTINEZ, S. (org.) **Historia y Filosofia de la Biologia.** 3 ed. México: UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 2004.

PUIG, W. R.; RAMOS, E. R. P.; MARTÍNEZ, L. M. G. Evolución histórica de la Morfología. **Educ. Med. Super.** v.19, n., Ciudad de la Habana, jan/mar. 2005. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412005000100008&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 02/06/2010.

RADL, E. M. **Historias de las teorías biológicas.** 2. Desde Lamarck y Cuvier. Madrid: Alianza Universidad, 1988.

RECIO, J. L. G. Elementos dinámicos de la teoría celular. **Revista de Filosofia.** 3.º época, vol. III núm. 4. Editorial complutense. Madrid, p. 83-109, 1990.

ROMO, A. C. R. Claude Bernard, el hombre y el científico. **Anales Médicos**, vol. 52, n. 2, Abr. - Jun., p. 90 – 96, 2007

SCHWANN, T. **Microscopical researches into the accordance in the structure in growth of animals and plants.** London: Sydeham Society, 1847.

SENET, A. **L'Homme à la Découverte de son corps**. Paris - Librairie Plon. 1956.

SPRINGER, K. S. ; VITTE, A. C. . A ciência humboldtiana e a gênese da geografia física moderna: entre a mensuração e a sensibilidade. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2009, Viçosa. **Anais do XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**. Viçosa: Cópias e Cópias, p. 1-15, 2009.

TEULÓN, A.A. La teoría celular, paradigma de la Biología de lo siglo XIX. **Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam**. Vol. 2, p. 241 -262, 1982.

VERNADSKY, V. I. **La Biosfera** (1929). Madrid: Fundación Argentaria – Visor Dis, 1997.

WALLACE, A. R. **The geographical distribution of animals**. New York: Harper & Brothers, 1876.