UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

Guilherme Francisco Santos

A teoria da gastrea de Ernst Haeckel

São Paulo
2011

Guilherme Francisco Santos

A teoria da gastrea de Ernst Haeckel

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Filosofia do Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Filosofia sob a orientação do Prof. Dr. Maurício de Carvalho Ramos.

São Paulo
2011

Agradecimentos

Aos meus pais Adamastor e Anazia, pela inspiração, amor, apoio irrestrito e imensa sabedoria.

Ao professor Maurício, pela atenção e extrema competência com que orientou o desenvolvimento desse trabalho. Para nós, uma referência pelo seu compromisso com o conhecimento e por sua preocupação constante com a formação. Por sua amizade e pela trilha que nos indicou para o mundo da morfologia, meu muito obrigado.

A todos os participantes do grupo de estudos de história e filosofia das ciências da vida, aqui do departamento de filosofia. Em especial aos meus grandes colegas e amigos, Cláudio, Kelly, Caio, Rodrigo e Débora, pelos debates e estudos compartilhados.

Aos professores Marisa Lecointre e Osvaldo Pessoa, pelas sugestões e críticas no exame de qualificação.

Muitas outras pessoas contribuíram direta ou indiretamente para a consecução desse trabalho, dentre professores, colegas e amigos, que auxiliaram com a indicação ou fornecimento de literatura, estímulo e idéias. Além desses é necessário render o devido tributo aos funcionários da secretaria do departamento de filosofia e da biblioteca daqui e de diversas outras unidades da USP, que com sua dedicação e esforço auxiliaram nosso trabalho em todas as horas.

Aos meus queridos irmãos Alexandre, Rachel e Paulo, e ao pequeno Vicente que já nos deixou. Todos vocês de vários modos ajudaram com sua amizade e lucidez o nosso empreendimento.

A Fran e ao Léo, pelo carinho, pelo convívio e pela esperança.

Ao CNPq pela bolsa concedida que possibilitou nosso trabalho.

RESUMO

SANTOS, G. F. A teoria da gastrea de Ernst Haeckel. 2011. 214 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

O objetivo principal de nosso trabalho é descrever e analisar criticamente o núcleo da teoria da gastrea de Ernst Haeckel. Ele gira em torno de duas noções principais: forma gastrular e metazoário. A teoria da gastrea é um conjunto de formulações que visa estabelecer uma definição de metazoário a partir da noção de forma gastrular. O argumento central da teoria da gastrea articula essas duas noções para organizar a partir de estudos de embriologia comparativa uma visão geral da história evolutiva do reino animal.

Palavras-chave: Teoria da gastrea, Ernst Haeckel, morfologia, metazoário, lei biogenética fundamental, história da biologia do século XIX, Fritz Müller, história da embriologia, filosofia da biologia.

ABSTRACT

SANTOS, G. F. The gastrea theory of Ernst Haeckel. 2011. 214 f. Thesis (Master Degree) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

The main goal of our work is to describe and critically analyze the core of the gastrea theory of Ernst Haeckel. It centers around two main notions: gastrula form and metazoan. The gastrea theory is a set of formulations designed to establish a definition of metazoan from the notion of gastrula form. The central argument of the gastrea theory articulates these two notions to organize from studies of comparative embryology an overview of evolutionary history of the animal kingdom.

Key Words: Gastrea theory, Ernst Haeckel, morphology, metazoan, fundamental biogenetic law, history of nineteenth-century biology, Fritz Müller, history of embryology, philosophy of biology.

SUMÁRIO

Introdução.....	9
Capítulo 1: A teoria da gastrea no quadro da morfologia de Haeckel.....	13
Breve nota sobre Ernst Haeckel.....	13
1. As duas noções principais da teoria da gastrea.....	15
1.1. A noção de forma gastrular.....	15
1.2. O conceito de metazoário.....	19
2. O argumento e desenvolvimento da teoria.....	25
2.1. O argumento da teoria da gastrea.....	25
2.2. O desenvolvimento da teoria da gastrea.....	29
2.2.1. Três séries comparativas e o <i>insight</i> da teoria.....	29
2.2.2. A noção de gastrulação.....	38
3. Princípios gerais da morfologia de Haeckel e a noção de tipo.....	49
3.1. Visão da ciência e monismo.....	49
3.2. Evolucionismo.....	57
3.3. As noções de arquétipo, Bauplan e tipo.....	63
4. A tectologia ou teoria da individualidade orgânica.....	75
 Capítulo 2: A lei biogenética fundamental.....	 84
1. Paralelismo das séries orgânicas, a teoria dos tipos e recapitulação.....	84
2. O problema do entendimento da ontogenia.....	110
2.1. O lugar da ontogenia no sistema haeckeliano	110
2.2. Os caminhos para a explicação da ontogenia.....	113
3. A formulação da lei biogenética fundamental.....	118
3.1. As causas naturais do desenvolvimento.....	121
3.1.1. A natureza fisiológica do desenvolvimento.....	121
3.1.2. As funções ligadas ao desenvolvimento e a noção de <i>Bildungstrieb</i>	131
3.2. As fases da ontogênese, ciclos gerativos e individualidade genealógica.....	139
3.3. As teses ontogenéticas causais.....	142
3.3.1. A combinação dos princípios biogenéticos.....	143
3.3.2. Os mecanismos restritivos da recapitulação.....	148

Capítulo 3: A teoria da gastrea e a noção de forma haeckeliana.....	153
1 – A teoria da gastrea e a reforma parcial da teoria da individualidade orgânica...	153
2 – A teoria da gastrea para a organização filogenética do sistema animal.....	161
3 – O problema da composição e da unidade da forma dos metazoários.....	175
3.1. Colocação inicial do problema.....	177
3.2. A extensão da incorporação das teses da teoria celular por Haeckel.....	180
3.3. O problema do aspecto descontínuo do indivíduo morfológico.....	186
3.4. A atividade vital como a base para a individualidade.....	195
 Conclusão.....	 205
 Referências bibliográficas.....	 210

INTRODUÇÃO

O objetivo principal de nosso trabalho é descrever e analisar criticamente o núcleo da teoria da gastrea de Ernst Haeckel. Ele gira em torno de duas noções principais: forma gastrular e metazoário. A teoria da gastrea é um conjunto de formulações que visa estabelecer uma definição de metazoário a partir da noção de forma gastrular. O argumento central da teoria da gastrea articula essas duas noções para organizar a partir de estudos de embriologia comparativa uma visão geral da história evolutiva do reino animal. Veremos que a noção de forma gastrular define o metazoário como o organismo que apresenta na sua ontogênese um estágio embrionário cuja forma possui como uma de suas características fundamentais a posse de duas camadas germinativas. Com a definição de metazoário, Haeckel estabeleceu os critérios para a distinção entre os verdadeiros animais (metazoários) e os protozoários, de modo a precisar os limites entre o reino animal e o reino dos protistas, além de determinar as relações filogenéticas entre os grandes filos para a reorganização do sistema zoológico. Daremos uma descrição detalhada das noções de forma gastrular e de metazoário na seção 1 do capítulo 1.

O argumento e o desenvolvimento da teoria da gastrea serão estudados na seção 2 do capítulo 1. Nele veremos como Haeckel articula aquelas duas noções na perspectiva de sua morfologia evolucionista a partir de sua proposição da homologia do estágio gastrular em todos os metazoários. Ainda nessa seção analisaremos o desenvolvimento da teoria da gastrea mostrando, em primeiro lugar, como três séries comparativas desenvolvidas por diferentes autores e relativas ao estudo de diferentes organismos, e com perspectivas distintas, ofereceram os motivos para a investigação empreendida por Haeckel sobre a embriologia das esponjas calcárias. Em segundo lugar, veremos como, a partir de tal investigação, foi desenvolvida a noção de gastrulação, que expressa o período inicial da ontogênese de todos os metazoários que vai da célula-ovo até o estágio que assume a forma gastrular. Com a noção de gastrulação, ao lado das noções de forma gastrular e de metazoário, completa-se o núcleo conceitual específico da teoria da gastrea. De posse desse quadro conceitual articulado com o evolucionismo e os princípios biogenéticos, Haeckel propõe a existência da gastrea como um organismo ancestral e extinto que seria a forma raiz a partir da qual todos os ramos animais evoluíram.

Assim, as seções 1 e 2 do capítulo 1 atrás descritas dedicam-se à descrição e análise do núcleo da teoria da gastrea. Mas como o seu entendimento depende de uma série de outros elementos da morfologia evolucionista de Haeckel e problemas a ela associados, há três objetivos secundários ou auxiliares que serão desenvolvidos em nosso trabalho. Eles complementam nosso esforço de atingir nosso objetivo principal e esclarecem aspectos específicos da morfologia de Haeckel diretamente relacionados à teoria da gastrea.

O primeiro objetivo secundário refere-se à compreensão do quadro de princípios e influências teóricas que subjazem à proposta da morfologia evolucionista de Haeckel. Veremos na seção 3 do capítulo 1 os dois princípios gerais que estão na base da formulação teórica de Haeckel, na qual se insere a teoria da gastrea. Estudaremos o seu postulado monista e o princípio evolucionista e, de modo complementar, as linhas gerais de sua visão de ciência. Complementa essa seção o estudo das noções de arquétipo, *Bauplan* e tipo que influenciaram fortemente a sua morfologia. Encerramos o capítulo 1 com o estudo da teoria da individualidade orgânica de Haeckel, que integra a parte estrutural da sua morfologia. O seu estudo tem dupla importância, pois, além do papel desempenhado pela teoria da individualidade orgânica na fundamentação da principal teoria de Haeckel, a saber, a lei biogenética fundamental, essa teoria passará por importantes alterações decorrentes da formulação da teoria da gastrea, o que será estudado posteriormente no capítulo 3 (seção 1).

O nosso segundo objetivo secundário é realizar uma análise detalhada da lei biogenética fundamental, também conhecida como teoria da recapitulação de Haeckel. A teoria da gastrea é em grande medida uma aplicação da lei biogenética e um de seus principais resultados teóricos. Nesse sentido, o seu estudo auxilia de modo decisivo na compreensão da natureza e do sentido da teoria da gastrea. O capítulo 2 é integralmente dedicado a tal estudo, que será desdobrado em três seções principais. Na primeira seção esboçaremos um quadro histórico-conceitual das teorias e visões que propuseram o paralelismo das séries orgânicas e teorias e proposições gerais recapitulacionistas anteriores à formulação da lei biogenética. Na segunda seção, discutiremos o problema próprio quanto à compreensão do fenômeno da ontogênese. A terceira seção será dedicada à análise da estrutura da lei biogenética fundamental com um estudo de cada um de seus principais elementos e o modo de sua articulação. Essa seção apresenta três divisões principais, uma (3.1) dedicada às causas naturais do desenvolvimento, na qual se discute a natureza fisiológica das mudanças morfogenéticas nas séries evolutivas e na

qual discutiremos as posições de Haeckel diante da noção de impulso formativo (*Bildungstrieb*). A segunda divisão (3.2) dedica-se ao estudo das fases da ontogênese e a noção de ciclos gerativos. Por fim, na seção 3.3 estudaremos as teses ontogenéticas causais nas quais Haeckel formulou o princípio de que “a ontogenia recapitula a filogenia”.

O terceiro objetivo secundário do trabalho constitui-se numa tese interpretativa quanto ao papel da teoria da gastrea para a reformulação parcial e afirmação da noção geral de forma orgânica haeckeliana. Em primeiro lugar, discutiremos, na seção 1, a reforma parcial da teoria da individualidade orgânica de Haeckel que se elabora no interior da teoria da gastrea, indicada acima. Por sua vez, na seção 2, exporemos as decorrências da teoria da gastrea para a reorganização filogenética do sistema animal em bases monofiléticas. Na seção 3, empreenderemos uma discussão sobre o problema da composição e da unidade da forma orgânica, na qual estudamos as relações da teoria da gastrea com aspectos da teoria celular. Procuramos analisar aí se há, na teoria da gastrea, uma mera visão compositiva dos organismos superiores como agregados de unidades elementares e se a sua noção de metazoário se identifica à noção de organismo pluricelular. Discutiremos que essa opção interpretativa, apoiada em várias afirmações de Haeckel sobre o aspecto compositivo dos organismos superiores, implica na própria negação de que haja uma efetiva noção de forma orgânica e de forma dos metazoários nas formulações do autor. Procuraremos sustentar, ao contrário, que apesar de tais declarações, podemos encontrar na sua morfologia uma noção de forma orgânica que dá conta da unidade e da totalidade do indivíduo de modo consistente com os seus princípios monistas e evolucionistas.

Cremos que a consecução desses três objetivos secundários proporciona, além dos seus resultados específicos, o conhecimento de aspectos importantes da teoria da gastrea, contribuindo para a compreensão geral da sua estrutura, do sentido do seu argumento e do seu modo de articulação com o quadro teórico geral de Haeckel. Nesse sentido, a tarefa de atingir o objetivo principal de nosso trabalho será desenvolvida no conjunto dos três capítulos. As duas primeiras seções do primeiro capítulo, dedicadas exclusivamente ao núcleo conceitual e argumentativo da teoria da gastrea, devem ser complementadas com o estudo de princípios gerais e teorias das quais ela decorre, e com a análise dos problemas que ela suscita diretamente ou por meio dos seus vários desdobramentos. Isso decorre, em grande medida, do modo pelo qual Haeckel constrói o seu pensamento e organiza a sua obra com o objetivo de lhe conferir um caráter

sistemático. Suas diversas teorias, conceitos e os resultados empíricos de suas investigações relacionam-se e se interpenetram no conjunto da obra, referidas sempre a um núcleo de princípios comuns dos quais se destacam o monismo, o evolucionismo e a perspectiva morfológica. Além disso, a teoria da gastrea ocupou um lugar central na sua obra devido ao amplo conjunto de fenômenos que procurou explicar.

Capítulo 1

A TEORIA DA GASTREA NO QUADRO DA MORFOLOGIA DE HAECKEL

BREVE NOTA SOBRE ERNST HAECKEL

Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834-1919) foi um biólogo alemão cujo pensamento exerceu profunda influência no cenário científico e intelectual da segunda metade do século XIX e do início do século XX. Tal influência foi devida especialmente à sua original concepção morfológica e à sua profunda e incansável defesa do evolucionismo e do monismo. Haeckel nasceu em Potsdam, então capital da província de Brandemburgo no reino da Prússia, poucas décadas antes da unificação do império alemão. Tal unificação, concluída em 1871, sob a liderança do rei Guilherme I da Prússia e do chanceler Bismarck, transcorreu em meio à intensa luta política desenvolvida pelos defensores de que a nação alemã se constituísse como república liberal. Tal qual seu pai, Karl Haeckel, o biólogo Ernst foi ao longo da vida um defensor da união nacional alemã sob regime político liberal. Haeckel cresceu num cenário de amplo desenvolvimento da economia e das ciências germânicas. Na juventude foi profundamente influenciado por leituras na área das ciências naturais, em particular pelas obras do naturalista alemão Alexander von Humboldt (1769-1859) e do botânico alemão Matthias Schleiden (1804-1881), além da obra de 1844 do naturalista britânico Charles Darwin (1809-1882) com o relato científico fruto de sua participação na famosa expedição realizada a bordo do HMS Beagle¹.

As inclinações de Haeckel para as ciências naturais e particularmente pela botânica, despertadas na juventude, foram contrabalançadas pela insistência de seu pai para que ele se formasse enfim também em medicina. Já na universidade, a sua convivência com o fisiologista e anatomista alemão Johannes Müller (1801-1858), parece tê-lo influenciado sobremaneira para o seu encaminhamento final aos estudos zoológicos. Haeckel estudou medicina e biologia nas universidades de Berlim, Wurtzburgo e Jena. No seu período de formação desenvolveu estudos e pesquisas sob a orientação de destacados professores e cientistas. Além de Müller, estavam dentre seus mestres o próprio Matthias Schleiden, o patologista Rudolph Virchow (1821-1902) e o anatomista Carl Gegenbaur (1826-1903)². Além disso, deve-se destacar que as aulas do

¹ Cf. RICHARDS, 2008, p. 19-26; BÖLSCHKE, 1903 [1891], p. 15-50.

² Cf. RICHARDS, 2008, p. 26-30; BÖLSCHKE, 1903, p. 51-81.

botânico Alexander Braun (1805-1877) em Berlim, influenciaram-no em várias de suas ideias no campo da morfologia³.

Haeckel foi professor de zoologia por quase cinquenta anos na Universidade de Jena, instituição que teve Goethe como um de seus colaboradores e onde lecionaram diversos expoentes do idealismo e do romantismo alemão, como Hegel, Fichte, Schelling e Schiller⁴. Ao longo de sua carreira desenvolveu inúmeras pesquisas em zoologia marinha com invertebrados, com destaque para os radiolários, as esponjas e as medusas, dentre outros. Paralelamente às investigações empíricas, Haeckel valorizava e praticava uma intensa atividade especulativa, que considerava fundamental e indissociável do trabalho do naturalista. Formulou deste modo uma ampla teoria morfológica com uma perspectiva evolucionista que buscava conjugar os avanços das áreas da anatomia comparativa, da embriologia e da paleontologia numa visão geral compreensiva sobre a forma orgânica. A morfologia, para Haeckel, era a ciência capaz de fazer elevar a nossa compreensão dos fenômenos da geração, do desenvolvimento e da evolução dos seres vivos⁵. Para ele, desenvolver a compreensão da criação das formas orgânicas sob uma perspectiva natural é tarefa central da biologia, motivo pelo qual ele compreende que a teoria evolucionista é a base que oferece o efetivo caminho para “a explicação das verdadeiras causas da natureza orgânica”⁶. Dentro da perspectiva da morfologia evolucionista, uma das principais contribuições teóricas de Haeckel constitui-se na elaboração da teoria da gastrea na qual ele formulou o conceito de forma gastrular e alcançou, com isso, a definição fundamental de metazoário para a compreensão da forma geral dos animais.

³ Rinard apontou e analisou as relações de Haeckel com seus mestres Müller e Braun e as influências teóricas daí resultantes, com destaque para concepção de método científico e para a questão da individualidade orgânica (cf. RINARD, 1981, p. 251-2).

⁴ Desde 1934, o nome oficial da Universidade de Jena é Universidade Friedrich-Schiller de Jena, em homenagem ao historiador, filósofo e poeta alemão.

⁵ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 8.

⁶ HAECKEL, 1930 [1879], p. 4.

1. AS DUAS NOÇÕES CENTRAIS DA TEORIA DA GASTREA

Nas duas primeiras seções do capítulo inicial de nosso trabalho apresentaremos os conceitos de forma gastrular e de metazoário e depois a estrutura geral do argumento da teoria da gastrea e seu desenvolvimento. Estão contidos aí os elementos vinculados diretamente ao núcleo e ao objetivo principal de nossa investigação. Na segunda seção trataremos do quadro de princípios a partir do qual Haeckel formula a proposta da morfologia evolucionista, proposta sobre a qual se assenta a teoria da gastrea.

1.1. A NOÇÃO DE FORMA GASTRULAR

Haeckel definiu uma forma orgânica animal que ele chamou de gástrula. A forma da gástrula, ou simplesmente forma gastrular (*Gastrula-Form*)⁷, foi definida como (1) uma estrutura corporal composta de duas camadas de células, a camada interna ou endoderme e a camada externa ou ectoderme, as quais se encontram justapostas e estreitamente unidas consistindo desse modo na única parede corporal dessa estrutura⁸; (2) as camadas são inequivocamente distintas em termos morfológicos, na medida em que, apesar dessa estreita união, as células que compõem cada uma das camadas são em conjunto mutuamente diferentes das células de sua camada vizinha quanto ao seu formato e dimensão⁹; (3) o formato do corpo é, em geral, globular ou ovular, sendo que ele contém um eixo único que atravessa o corpo passando por dois pólos bem definidos¹⁰; (4) o corpo uniaxial da gástrula é não segmentado, não tem apêndices e é oco, dotado de uma cavidade simples¹¹; (5) a ectoderme recobre todo corpo limitando-o em relação ao ambiente externo, enquanto que a endoderme recobre toda a cavidade simples; (6) a cavidade simples é o intestino primitivo do organismo (*progaster*) e ela se abre para o exterior do corpo num dos pólos do eixo através de um orifício que é sua boca primitiva (*prostoma*)¹²; (7) a cavidade e as duas camadas são os únicos órgãos presentes e nesse sentido as camadas, de acordo com suas distintas funções, são referidas como camada vegetativa ou nutritiva (endoderme) e camada

⁷ HAECKEL, 1877 [1873], p. 13.

⁸ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150.

⁹ Idem, p. 155.

¹⁰ Idem, p. 18.

¹¹ Idem, p. 154.

¹² Idem, p. 154.

animal (ectoderme), que é a responsável pelo contato e relação com o meio exterior¹³ e (8) a clara distinção das duas camadas de células verificada desde o início por seus aspectos morfológicos e fisiológicos, persiste, embora de modo diverso, ao longo de toda a vida do organismo¹⁴.

A definição da forma gastrular assim descrita foi construída a partir de uma investigação que combinou manifestamente o uso de princípios teóricos gerais de sua morfologia evolutiva com investigação empírica¹⁵. Os elementos empíricos dessa investigação de Haeckel não foram buscados primordialmente na anatomia comparativa, ao contrário, concentrou-se em dados provenientes de estudos embriológicos. A teoria das camadas germinativas formou um dos pilares de sua investigação¹⁶. Tal teoria trata das primeiras camadas de células que constituem o embrião e do papel específico por elas desempenhado no desenvolvimento subsequente do organismo. A pesquisa empírica desenvolvida por Haeckel para esse empreendimento foi dirigida à embriologia das esponjas calcárias. Essa pesquisa empírica teoricamente orientada é que permitiu a Haeckel formular a definição da forma gastrular.

Haeckel identificou inicialmente a forma gastrular a uma estrutura orgânica observada por ele na embriogênese das esponjas, um estágio determinado do seu desenvolvimento embrionário. Baseado nos seus princípios teóricos gerais e nos resultados de investigações com outros grupos animais, Haeckel generalizou a presença desse estágio identificado à forma gastrular para todos os animais. Para ele, no desenvolvimento individual de todos os animais há um determinado estágio embrionário que corresponde à forma gastrular, o estágio que ele denominou então de gástrula. Como o estágio gastrular é compartilhado por todos os animais e somente pelos animais, Haeckel afirmou: “A gástrula é a forma embrionária do reino animal mais importante e sugestiva”¹⁷. Como informou ele: “Eu apliquei esse nome [gástrula] ao mais prematuro estágio do desenvolvimento, no qual o corpo do embrião animal exibe a mais simples forma individual *concebível*” (destaque nosso)¹⁸. Tal declaração indica ao mesmo tempo a relevância do aspecto racional do método por meio do qual ele alcança a definição da forma gastrular. A noção de forma gastrular aparece pela primeira vez na sua *Monografia sobre as Esponjas Calcárias*, publicada em 1872. Nessa obra são

¹³ Idem, p. 155 e 159.

¹⁴ Idem, p. 142-3 e 150.

¹⁵ Idem, p. 142 e 153.

¹⁶ Idem, p. 143.

¹⁷ Idem, p. 154.

¹⁸ Idem, p. 154.

apresentadas ilustrativamente diversas espécies de esponjas calcárias no estágio embrionário que apresenta a forma gastrular, como a *Leuculmis echinus*, a seguir:

A forma gastrular é a forma animal na sua generalidade, encontrando-se universalmente presente em todos os indivíduos desse grupo geral de organismos, num estágio particular de seu desenvolvimento. Segundo Haeckel, “a gástrula repete-se na sua composição e forma essenciais [*wesentlichen Zusammensetzung und Form*] como a condição primária do desenvolvimento individual em representantes de todos os grupos animais”¹⁹. Ele nos explica como empreendeu a localização efetiva do estágio de gástrula no desenvolvimento dos indivíduos de todos os grupos animais. Partindo de uma definição inicial quanto à “forma do ser mais simples concebível”, ele descreve a completa organização e estrutura dessa forma básica na ontogênese das esponjas calcárias, alcançando assim a noção de forma gastrular²⁰. Ele verifica então a presença da estrutura geral da forma gastrular na ontogênese dos indivíduos dos diversos grupos. No ramo (*Stamme*) dos zoófitos ou celenterados, ele verifica que além das próprias esponjas, a forma gastrular encontra-se largamente distribuída entre pólipos, medusas, ctenóforos e corais²¹. No ramo dos vermes a gástrula pode ser verificada na sua forma

¹⁹ HAECKEL, 1877 [1873], p. 20.

²⁰ HAECKEL, 1874 [1873], p. 155.

²¹ Idem, p. 155-6.

exata em parte dos casos, enquanto noutros apareça um pouco modificada²². Ele identifica uma ampla presença da forma gastrular no ramo dos equinodermos. Por outro lado, no ramo dos artrópodes Haeckel observa que a gástrula não se apresenta na sua simples forma original, mas que “é muito fácil reduzir as primeiras formas embrionárias” dos estágios larvais dos artrópodes à forma de gástrula²³. Ele verifica também a presença de modo geral da forma gastrular no ramo dos moluscos. Por fim, no ramos dos vertebrados ele reconhece que a forma gastrular original apresenta-se apenas dentre os anfioxos, motivo pelo qual é necessário então supor uma continuidade entre esse grupo particular e os demais vertebrados para poder estabelecer a ligação do estágio de gástrula dos vertebrados em geral com a estrutura gastrular original²⁴. Retornaremos a esse ponto para detalhamento no ítem 1.3. É da presença generalizada da estrutura geral da forma gastrular “na sua composição e forma essenciais” que Haeckel depreende a homologia do estágio gastrular em todos os animais. Mas ele adverte que “somente as duas camadas germinativas primárias e a cavidade intestinal primitiva, que elas anexam, podem ser consideradas como completamente homólogas, em sentido estrito, por todo o reino animal”²⁵. As camadas germinativas primárias referidas por ele são as duas primeiras camadas de células do embrião. A advertência se deve a que a forma de vários dos estágios gastrulares efetivamente observados apresentam elementos adicionais específicos que não podem ser considerados homólogos. Haeckel empreende então uma nova inspeção nos ramos do reino animal para discutir essas distinções morfológicas presentes nos estágios gastrulares, indicar as mais expressivas e avaliar o seu peso para o problema da homologia. Com vistas à análise desse passo adicional de Haeckel é relevante colocarmos em foco a perspectiva evolutiva que permeia a teoria da gastrea, o que introduziremos no tópico seguinte de nosso trabalho.

A noção de forma gastrular e os comentários iniciais apresentados tornam evidente que sua definição resulta no estabelecimento de um critério geral para a distinção da natureza animal, distinção que manifestamente se encontra entre os objetivos gerais da investigação de Haeckel²⁶. Por meio desse critério compreende-se que um animal é um organismo que apresenta a forma gastrular numa fase do seu

²² Idem, p. 156.

²³ Idem, p. 156.

²⁴ Idem, p. 156.

²⁵ Idem, p. 159.

²⁶ Idem, p. 149.

desenvolvimento individual, o estágio gastrular. Mas, para Haeckel, a compreensão geral da forma dos verdadeiros animais (*die eigentlich Thiere*)²⁷ deve envolver também a compreensão da dimensão evolutiva envolvida na constituição de sua natureza. Essa conjunção de perspectivas vai levá-lo ao conceito de metazoário.

1.2. O CONCEITO DE METAZOÁRIO

Os metazoários constituem uma grande divisão do reino animal considerado este num sentido amplo²⁸. Segundo Haeckel, “o conjunto [*ganze*] do reino animal divide-se em duas partes principais”²⁹: o grupo dos protozoários e o grupo dos metazoários. Assim, os conceitos de metazoário e de protozoário são definidos mutuamente, um em relação ao outro. A divisão entre esses dois grandes grupos é estabelecida quanto à forma e segundo as suas relações evolutivas. De acordo com a ordem de aparecimento evolutivo e com o grau de desenvolvimento estrutural, essa divisão forma “o grupo mais antigo e inferior dos protozoários (*Urthiere*) e o grupo mais recente e superior dos metazoários (*Darmthiere*)”³⁰. Os protozoários são considerados animais primitivos (*Urthiere*) e de constituição corporal mais simples (“inferior”), enquanto os metazoários são os animais dotados de intestino ou simplesmente animais intestinais (*Darmthiere*) com constituição mais complexa (“superior”). Haeckel oferece na sequência desse texto uma caracterização morfológica determinada dos dois grupos:

Os protozoários nunca formam camadas germinativas, nunca possuem um verdadeiro canal intestinal e, especialmente nunca desenvolvem tecidos diferenciados; [...] Os metazoários sempre formam duas camadas germinativas primárias, sempre possuem um verdadeiro canal intestinal [...] e sempre desenvolvem tecidos diferenciados; estes tecidos sempre surgem a partir apenas das duas camadas germinativas primárias³¹.

Verificamos desse modo que as características primordiais da forma gastrular são tomadas para o estabelecimento do limite morfológico entre protozoários e

²⁷ Cf., HAECKEL, 1872, por exemplo, p. 212 e 232.

²⁸ O sentido amplo e ordinário de animal, que os distingue tradicionalmente das plantas, é aquele atribuído aos organismos que apresentam certas propriedades fisiológicas típicas como a sensação, o movimento voluntário e a nutrição por ingestão de matéria orgânica, sentido que Haeckel já havia criticado na *Morfologia Geral* (cf. HAECKEL, 1866, I, p. 191-4).

²⁹ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150.

³⁰ Idem, p. 150.

³¹ Idem, p. 150.

metazoários. Esses dois caracteres essenciais apontados são a formação de camadas germinativas e a posse de um canal intestinal, presentes no estágio embrionário básico do animal. Além disso, Haeckel aponta a necessidade de que o organismo apresente tecidos diferenciados. Esse caráter da constituição madura do animal decorre da continuidade da distinção original das camadas germinativas, conforme a definição de forma gastrular apresentada anteriormente, em seu item 8.

Haeckel prossegue ainda indicando as relações existentes entre o grupo dos protozoários e dos metazoários quanto à sua conexão genealógica. Segundo ele, o grupo dos metazoários originou-se do grupo dos protozoários ³². As distinções morfológicas e o distinto grau de complexidade estrutural dos dois grupos são uma decorrência da relação evolutiva existente entre eles, partindo das formas originais mais simples para as mais complexas. Veremos no próximo tópico os elementos adicionais da teoria da gastrea referentes à ligação genealógica entre protozoários e metazoários.

O conceito de metazoário permitirá a Haeckel estabelecer uma definição mais clara da natureza animal e conseqüentemente os limites definidos do reino animal. Constituem o reino dos verdadeiros animais, os zoófitos, vermes, equinodermos, artrópodes, moluscos e vertebrados, na medida em que os organismos no interior de tais ramos apresentam plenamente as características contidas na definição de metazoário. Malgrado sua proximidade com os metazoários, os protozoários devem ser mantidos num reino à parte dos animais, dado que eles não atendem àquela definição.

Deve ser observado que a distinção entre protozoários e metazoários não pode ser identificada à distinção entre organismos unicelulares e pluricelulares. Embora seja certo dizer que todos os organismos unicelulares com características animais³³ são protozoários e que todos os metazoários são pluricelulares, esses conceitos não são coincidentes, como também não são os agrupamentos que deles decorrem. Como vimos, as características da estrutura pluricelular dos metazoários são marcadamente distintas daquelas dos protozoários. Essa distinção não ocorre apenas em relação aos protozoários unicelulares, mas também quanto àqueles protozoários de constituição pluricelular. Isto ocorre em primeiro lugar porque esses protozoários, apesar da constituição pluricelular, não apresentavam uma diferenciação significativa de suas células, de modo que eles jamais possuíam camadas celulares ou tecidos verdadeiros, ao contrário do que ocorre com os metazoários. Além disso, esses protozoários que se

³² Idem, p. 150.

³³ No sentido da nota 28 acima.

constituem como conjuntos persistentes de células especializadas, nunca formam órgãos com estruturas e funções distintas, em suma não apresentam um verdadeiro canal intestinal.

De posse do conceito de metazoário, retornamos agora ao problema da homologia das camadas germinativas e do canal intestinal em todos os animais, de modo a concluir nosso entendimento da noção de forma gastrular e de metazoário. Segundo a perspectiva evolutiva de Haeckel, as diversas formas apresentadas pelos animais encontram pontos expressivos de concordância que são devidos à sua origem comum. Sua interpretação genealógica das formas animais permite compreender também as diferenças particulares de conformação às adaptações pelas quais os organismos dos diversos grupos animais passaram ao longo da evolução³⁴. Podemos verificar agora que a nova inspeção de Haeckel dos ramos animais tem por objetivo poder encontrar nos estágios gastrulares de diferentes conformações nos diversos grupos animais a essência da noção de forma gastrular. Em qualquer dos casos em que não se verifique a alta identidade morfológica esperada pelos estágios gastrulares, é necessário poder *reduzi-los* à forma gastrular. Tal redução implica em poder entrever por sob a forma apresentada por esse estágio gastrular de conformação diversa a forma gastrular original. Diante disso as diferenças morfológicas dos estágios gastrulares que apresentam diferente conformação são interpretadas como adaptações evolutivas secundárias que são derivações divergentes em relação à forma gastrular original.

Vimos que a existência de homologia das camadas germinativas e do verdadeiro canal intestinal nos diversos ramos animais era uma condição necessária para a validade da noção de forma gastrular e de metazoário. Sobre esse ponto, Haeckel afirmou de modo inequívoco que as duas camadas celulares verificadas nos zoófitos “são em sentido estrito, sem dúvida, completamente homólogas com as duas camadas germinativas primárias dos embriões dos vertebrados, artrópodes, moluscos, equinodermos e vermes”³⁵. Contudo, ele dirigirá sua atenção a dois problemas relativos à confirmação dessa homologia em casos de estágio gastrular que apresentam conformação distinta em alguns ramos animais. O primeiro problema refere-se à existência de uma gema, anexo embrionário presente nos animais superiores, ao qual Haeckel se refere do seguinte modo:

³⁴ HAECKEL, 1874 [1873], p. 156-9.

³⁵ Idem, p. 159.

As aparentes dificuldades no modo desta completa homologia causadas pela formação de uma gema nutritiva (e pela consequente saliência parcial aí incidente) na maior parte dos animais superiores são facilmente postas de lado e explicadas por adaptação secundária³⁶.

Aqui, a formação de uma gema nutritiva produz uma diferença de conformação do estágio gastrular. Essa diferença de conformação é assimilada ao modelo da forma gastrular original através da interpretação dessa variação como uma adaptação evolutiva posterior, transcorrida naqueles ramos animais cujos indivíduos apresentam tal estrutura no seu estágio gastrular. A diferenciação de caráter evolutivo é posterior (secundária) à sua forma gastrular original. Sua sugestão parece ser de que uma alteração morfológica ou, como nesse caso, a formação de um anexo embrionário é atribuída a uma necessidade oriunda do estilo de desenvolvimento embrionário adotado pelos organismos de certos ramos animais. A adaptação se explica pelo fato de que nesses casos a existência de um período de desenvolvimento relativamente longo anterior à fase de independência do indivíduo, quer em estado larval, quer no seu estado de completo desenvolvimento, requer a provisão de uma reserva nutritiva para o embrião³⁷. De qualquer modo o ponto central é que a variação é posterior e que apesar de afetar em alguma escala a conformação total do embrião, tal variação não turva a percepção da presença da forma gastrular original por sob a nova forma gastrular adotada.

O segundo problema refere-se à formação da mesoderme. No estágio gastrular dos organismos de diversos ramos animais, há a formação de uma camada germinativa adicional, intermediária à endoderme e ectoderme. Ele afirma inicialmente que a formação da mesoderme constitui-se num elemento que torna de fato a homologia incompleta³⁸, mas explica que:

A ontogênese dos zoófitos [*Pflanzenthire*] e dos vermes ensina-nos plenamente que esta camada germinativa intermediária é sempre derivada, enquanto um produto secundário de uma ou de outra das camadas germinativas primárias, ou talvez de ambas simultaneamente. Portanto, uma ou outra das camadas germinativas primárias

³⁶ Idem, p. 159.

³⁷ Haeckel não desenvolve o argumento, mas parece ser esse o seu sentido geral; O sentido que a ele atribuímos é consistente com a função nutritiva da gema para o embrião, reconhecida explicitamente por Haeckel na passagem, com a distribuição dessa estrutura (presença ou ausência) dentre os ramos animais, que é o centro de seu argumento, e, por fim, com o seu modelo de uma embriologia comparativa elaborada em perspectiva evolucionista, conforme veremos adiante no item 1.3.

³⁸ HAECKEL, 1874 [1873], p. 159.

deve necessariamente sofrer uma diferenciação que produz a mesoderme, e consequentemente esta não pode ser mais comparada, de modo exato, às duas camadas germinativas dos gastreos [zoófitos em geral] e esponjas, na sua forma inalterada e permanente (ectoderme e endoderme). Elas devem agora, como a própria camada mesodérmica, ser distinguidas ao contrário como camadas germinativas secundárias³⁹.

Essa passagem que contém a interpretação de Haeckel sobre a formação da mesoderme é constituída de três afirmações articuladas. A primeira afirmação é de que a ontogênese dos animais inferiores (zoófitos e vermes) mostra que a mesoderme é, *em geral*, uma formação embrionária posterior em termos evolutivos. A base do argumento é em parte semelhante a do problema anterior. A afirmação baseia-se na condição diploblástica (com duas camadas celulares) desses animais inferiores. Na medida em que tais animais (zoófitos e vermes) não apresentam a terceira camada, isso indica (“ensina-nos”) em termos evolutivos que o aparecimento da mesoderme é um fenômeno posterior (secundário). Essa afirmação é dirigida igualmente para os vermes tanto quanto para os zoófitos na medida em que Haeckel crê que no subgrupo dos vermes de constituição mais simples, os acelomados, a forma é também diploblástica⁴⁰. A segunda afirmação é de que a mesoderme é na *ontogênese* uma formação posterior ao aparecimento das duas camadas germinativas primárias. Essa afirmação apóia-se na afirmação anterior de caráter evolutivo e em parte nos estudos empíricos da embriologia animal⁴¹. A mesoderme deve derivar de uma das camadas, ou das duas em conjunto, e embora não sendo clara a sua exata origem isto não diminui a evidência principal de que ela é uma formação derivada. A terceira afirmação é de que, levadas em conta as considerações anteriores, pode-se concluir que a presença da mesoderme impede efetivamente a homologia do estágio embrionário básico com a forma gastrular, mas que no período anterior à sua formação há de fato um estágio embrionário constituído apenas pelas duas verdadeiras camadas germinativas primárias. Esse estágio embrionário prévio garante a homologia e a mesoderme deve ser considerada não no rol das camadas germinativas primárias, mas como camada germinativa secundária. Concebida como formação secundária a mesoderme deixa de interferir na forma bilaminar do estágio gastrular que lhe antecede, o qual, portanto, é perfeitamente homólogo à forma original da gástrula.

³⁹ HAECKEL, 1874 [1873], p. 159; HAECKEL, 1877 [1873], p. 22-3.

⁴⁰ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150.

⁴¹ Cf. HAECKEL, 1874 [1873], p. 160-5.

Com o enfrentamento desses dois problemas, Haeckel conclui as grandes linhas da comprovação da homologia das duas camadas germinativas primárias e do canal intestinal em todos os ramos animais. Como afirma ele, “a aceitação da [forma gastrular] está firmemente estabelecida pela homologia ou identidade morfológica da gástrula, nos mais diferentes grupos animais”⁴². Haeckel apresentou os resultados dessa investigação comparativa num quadro onde ele indicou ilustrativamente a forma de oito estágios gastrulares de distintos animais. O quadro contém representantes de todos os seis principais ramos animais, sendo que os equinodermos, artrópodes, moluscos e vertebrados têm um representante cada, enquanto que os zoófitos e vermes têm dois representantes cada. É apresentada, para cada um dos casos, a estrutura geral da gástrula, bem como os elementos morfológicos que permitem reconhecer a presença da forma gastrular.

Figura 2. Quadro comparativo da forma dos estágios gastrulares de diversos metazoários. As imagens de um a oito mostram os estágios de gástrula em uma esponja (1), um coral (2), um verme acelomado (3), um tunicado (4), um molusco (5), uma estrela-do-mar (6), um crustáceo (7) e um vertebrado (8). Além da evidente semelhança de estrutura e configuração geral das oito gástrulas, Haeckel indica especificamente a homologia entre as suas partes. Com a letra ‘a’ indica-se a cavidade digestiva primordial (*progastr*), com a letra ‘o’ a boca primordial (*prostoma*). Nas quatro gástrulas centrais, indica-se com a letra ‘e’ a camada externa, ectoderme e com a letra ‘i’ a camada interna, endoderme (Haeckel, 1877 [1873], quadro I).

⁴² TG, p. 157.

Podemos sumarizar os resultados de nossa exposição e análise nos dois itens iniciais de nosso trabalho do seguinte modo. Haeckel elaborou uma noção de forma gastrular, concebida como a forma animal mínima. Aplicou tal noção ao estudo da embriogênese dos animais e localizou um estágio correspondente amplamente distribuído nos seis ramos superiores dos animais, que denominou estágio de gástrula. Tal correspondência com a forma gastrular permitiu à Haeckel inferir a homologia entre os estágios de gástrula dos animais dos diversos ramos. Por fim, de posse do critério da presença do estágio gastrular, formulou o conceito de metazoário e delimitou de modo nítido o reino dos verdadeiros animais.

Desse modo pudemos explicitar as noções de forma gastrular e de metazoário e, além disso, esclarecer o modo como Haeckel concebe e garante a homologia das camadas germinativas e do canal intestinal em todos os metazoários. Esse patamar de entendimento prévio é necessário na medida em que tal homologia constitui-se no solo fundamental sobre o qual Haeckel erige a teoria da gastrea: “O conteúdo essencial da teoria da gastrea assenta-se sobre a concepção da verdadeira homologia do rudimento primordial do intestino (*Urdarm*), e dos dois primeiros folhetos embrionários em todos os animais”⁴³. Em sequência, dirigimos o foco de nosso estudo à estrutura do argumento da teoria da gastrea.

2. O ARGUMENTO E DESENVOLVIMENTO DA TEORIA

2.1. O ARGUMENTO DA TEORIA DA GASTREA

A teoria da gastrea é uma ampla síntese teórica cujo objetivo principal é demonstrar a existência, natureza e significado de um organismo denominado *gastrea*. A gastrea é um organismo hipotético cujo grupo não é mais representado diretamente por nenhum indivíduo vivo. A gastrea é um organismo extinto⁴⁴. A sua importância reside em dois pontos. A gastrea é o organismo que na história da evolução orgânica apresentou pela primeira vez a forma animal e, por isso, apresentou-a na sua maior simplicidade. Segundo, a gastrea é a forma “raiz” ou ramo principal da forma (*Stammform*) a partir da qual depois surgiram (*hervorgegangen*) evolutivamente todas

⁴³ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150; HAECKEL, 1877 [1873], p. 12.

⁴⁴ HAECKEL, 1874 [1873], p. 157.

as demais formas animais⁴⁵. O sentido geral da síntese operada por Haeckel põe-se manifesto no próprio título da obra dedicada ao desenvolvimento da teoria da gastrea, o qual indica a estreita relação que será estabelecida entre “a classificação filogenética do reino animal e a homologia das camadas germinativas”⁴⁶.

O argumento central da teoria dirigido à demonstração da existência pretérita da gastrea, de sua natureza e seu significado, é estruturado sobre a noção de *recapitulação das formas orgânicas*. Tal noção constitui-se no núcleo da lei biogenética fundamental de Haeckel que objetiva estabelecer uma relação causal entre filogênese e ontogênese para a compreensão das leis do desenvolvimento das formas orgânicas. É necessária então uma inspeção inicial, ainda que geral, sobre a lei biogenética fundamental. A lei biogenética fundamental é a teoria mais abrangente de Haeckel e será propriamente analisada no segundo capítulo de nosso trabalho. Biogênese significa aqui todo processo de geração e desenvolvimento de seres orgânicos no seu sentido mais amplo. Em acordo estrito com teorias evolucionistas anteriores e em particular com o darwinismo essa teoria propõe um princípio biogenético geral segundo o qual a concordância de forma verificada entre organismos deve-se à ancestralidade ou origem genealógica comum.

Mesmo uma apresentação sumária e preliminar da lei biogenética fundamental requer que se coloque desde já em destaque o problema do uso ambíguo do termo ‘forma’. As enunciações anteriores, aliás, já permitiram entrever esse uso problemático de ‘forma’, o que decorre às vezes do seu uso num sentido não específico e das dificuldades inerentes ao problema do estatuto ontológico da forma genérica em relação ao ser individual. O termo ‘forma’ pode ser aplicado num sentido ordinário como a espécie, enquanto um agrupamento dado de indivíduos orgânicos que mantêm alta identidade morfológica e fisiológica. Mas tal uso implica poder indicar o estatuto daquilo que lhes confere identidade. Para satisfazer tal exigência, a forma pode significar então uma essência ou tipo ideal que confere o caráter formal dos indivíduos a partir de um plano de existência distinto daquele dos indivíduos. Tal proposição inscrever-se-ia numa visão dualista. Outra solução é conceber a forma como uma dada natureza compartilhada por tais indivíduos em termos de sua estrutura e de propriedades estritamente físicas. Tal solução não se exime, contudo, da responsabilidade de indicar a fonte de tal natureza comum. Devido ao seu monismo, Haeckel não se alinha,

⁴⁵ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150; HAECKEL, 1877 [1873], p. 12.

⁴⁶ *Die Gastraea-Theorie, die Classification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter*, cf. HAECKEL, 1877 [1873].p. 1.

evidentemente, ao uso da expressão ‘forma’ nem como espécie essencial, nem como tipo ideal separado. Por outro lado, ele aponta a insuficiência da utilização de ‘forma’ como designação genérica e arbitrária a um determinado conjunto de indivíduos que mantém certo grau de identidade. Sua própria proposta morfológica é o resultado de um esforço dirigido à fundamentação de uma noção de forma abstrata na qual a forma é concebida como um fenômeno manifestado pelos corpos orgânicos. Para Haeckel o fenômeno da forma dos organismos é de caráter estritamente natural ou, mais precisamente, manifesta-se segundo determinadas leis naturais. A compreensão das leis naturais produtoras das formas orgânicas é propriamente o objetivo da morfologia. Ele assume isto, sobretudo, na medida em que crê ser possível explicar o fenômeno da forma recorrendo tão somente a duas ordens de características físicas presentes nos organismos. A sua capacidade de transformação ou desenvolvimento. E depois o modo como se estruturam as partes e o todo orgânico. Podemos inicialmente sintetizar o seu entendimento da forma como sendo a configuração geral interna e externa de um corpo orgânico, que ele assume em função de sua herança genealógica, que pode variar devido à necessidade de adaptação ao meio e que ele transmite a sua descendência. Desse modo, o fenômeno da forma apresentada pelos organismos envolve aspectos estruturais e evolutivos. Apesar dessa postura geral de Haeckel quanto ao emprego da expressão ‘forma’, sua obra não está isenta de ambiguidades. Há por isso a necessidade de mantermo-nos atentos quanto ao eventual uso de ‘forma’ num sentido lato e da ocorrência de variações em sua própria terminologia.

Prosseguindo com nosso ponto, a lei biogenética fundamental parte da noção de que a concordância de forma verificada entre organismos deve-se à sua ancestralidade comum. A concordância de forma pode ser concebida de modo geral em pelo menos três níveis. A concordância de forma verificada entre indivíduos, que indica o seu pertencimento a uma mesma espécie orgânica. A concordância de forma verificada entre espécies, que indica o seu pertencimento a um mesmo gênero, o que é aplicável igualmente aos demais *taxa*. A concordância de forma verificada entre estágios embrionários de indivíduos de distintas espécies, o que indica um parentesco genealógico. Em qualquer dos três casos a concordância de forma é índice de uma ancestralidade comum. Além disso, na medida em que esses três níveis não são concebidos como estanques, mas como dimensões inter-relacionadas de um mesmo e único processo biogenético, a concordância de forma pode ser verificada também entre os distintos níveis. Isso significa que a concordância de forma pode ser verificada, por

exemplo, entre a forma que aparece (manifesta-se fenomenicamente) num indivíduo orgânico de uma determinada espécie e a forma que aparece num estágio embrionário dum indivíduo de outra espécie. Ou entre a forma de uma espécie e de um estágio embrionário e assim por diante.

A concordância de forma verificada entre espécies, estágios embrionários e indivíduos orgânicos, considerada na perspectiva interníveis apontada atrás, produziu ao longo da história do pensamento biológico, diversos tipos de especulações sobre as relações entre as séries do desenvolvimento orgânico. Na concepção de Haeckel, a concordância de forma permitia concluir pela existência de uma íntima conexão entre ontogênese e filogênese. Mais do que uma similaridade, ele via de fato uma conexão de tipo causal entre a série do desenvolvimento individual e a série de evolução da espécie. Independente do entendimento de como Haeckel justifica esse tipo de conexão causal entre filogênese e ontogênese, que como dito estudaremos adiante, é relevante verificar a sua exposição do ponto, da qual se extrai o valor atribuído por ele às provas embriológicas.

A ontogênese, isto é, o desenvolvimento do indivíduo orgânico na série de alterações de forma pelas quais passa cada organismo individual durante o curso completo da sua existência individual é condicionada pela filogênese, isto é, pelo desenvolvimento do ramo orgânico (série filética) ao qual ele próprio pertence. [...] A ontogênese é a curta e rápida recapitulação da filogênese, dependente das funções fisiológicas da herança (reprodução) e da adaptação (nutrição). O indivíduo orgânico [...] repete durante a rápida e curta passagem pelo seu desenvolvimento individual as mais importantes daquelas mudanças de forma que seus antepassados atravessaram durante o lento e longo curso do seu desenvolvimento paleontológico, segundo as leis da herança e da adaptação⁴⁷.

Para Haeckel, a lei biogenética fundamental era capaz de explicar os fatos da concordância de forma verificados nos estudos de anatomia e embriologia comparativa, atribuindo-os à ancestralidade comum. Em particular, a sua perspectiva evolucionista permitia compreender as causas da mudança de formas verificada na embriogênese. O embrião recapitulava o processo construtivo da sua série filética no curso da evolução, passando pelas formas que representavam os estágios centrais deste percurso. Porém, no

⁴⁷ HAECKEL, 1866, II, teses 40, 41 e 42 da seção sobre *A Conexão Causal do Desenvolvimento Individual e Filético*, p. 300.

momento nosso interesse concentra-se nas lições que se pode retirar no sentido inverso. Decorrente do mesmo princípio geral, a embriologia comparativa oferece elementos para a compreensão do processo de mudanças da forma orgânica e dos estágios evolutivos da série filética na medida em que os estágios principais da embriogênese são recapitulações de suas formas orgânicas ancestrais na mesma ordem sequencial de desenvolvimento. Em suma, a recapitulação das formas orgânicas não é um fenômeno verificável e aplicável somente na esfera da anatomia comparativa. Nessa última a relação entre forma principal e secundária, entre forma original e derivada pode-se entrever apenas pela análise da estrutura da forma plenamente desenvolvida, sua complexidade, modo de conexão das partes etc. É, sobretudo, na embriologia que a noção de recapitulação é verificável e aplicável porque nela o sentido da relação entre as formas e do modo como elas se estruturam sequencialmente está empiricamente manifesto. Articulando o significado da concordância de forma enquanto ancestralidade comum com a noção de recapitulação das formas orgânicas na embriogênese, Haeckel extrairá os principais resultados de seus estudos com esponjas calcárias.

A concordância geral de forma dos estágios de gástrula de todos os metazoários implica na homologia de suas camadas germinativas primárias e do canal intestinal. A efetiva homologia dos estágios de gástrula de todos os metazoários implica numa ancestralidade comum. A forma gastrular em geral concebida como a forma básica mínima animal e verificada em todos os metazoários, implica na existência pretérita de um antepassado de todos os metazoários enquanto o organismo original detentor da forma gastrular original. Esse organismo original é a forma orgânica raiz ou tronco original a partir do qual todas as demais formas animais surgiram e se ramificaram. Desse modo a homologia do estágio gastrular em todos os metazoários implica na existência pretérita da *gastrea* como organismo original e numa concepção do sistema genealógico animal em bases monofiléticas. Todos os ramos animais surgiram a partir de um único tronco formado pela *gastrea*.

2.2. O DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DA GASTREA

2.2.1. TRÊS SÉRIES COMPARATIVAS E O *INSIGHT* DA TEORIA

O desenvolvimento da teoria da *gastrea* é uma decorrência direta dos trabalhos de Haeckel sobre esponjas calcárias desenvolvidos entre o final da década de sessenta e

a primeira metade da década de setenta. Os resultados desse trabalho foram paulatinamente sintetizados no curso da investigação e vieram a público através de diversos artigos e monografias dentre eles: um ensaio de 1870 “Sobre o Organismo das Esponjas e sua Afinidade com os Corais” (*Ueber den Organismus der Schwämme und ihre Verwandschaft mit den Corallen*)⁴⁸, os três volumes da *Monografia das Esponjas Calcárias* (*Die Kalkschwämme, Eine Monographie*)⁴⁹ de 1872, e um conjunto de quatro ensaios publicados entre 1873 e 1876, na *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft und Medicin*, o periódico científico de ciências naturais e medicina de Jena. Esses quatro ensaios são: “A Teoria da Gastrea, a Classificação Filogenética do Reino Animal e a Homologia das Camadas Germinativas”⁵⁰ (setembro, 1873), “A Gástrula e a Clivagem do Ovo dos Animais”⁵¹ (outubro, 1875), “Os Gastreados do Presente”⁵² (agosto, 1876) e “Suplemento à Teoria da Gastrea”⁵³ (novembro, 1876). Os quatro ensaios foram reunidos em 1877 numa publicação sob o título de *Estudos sobre a Teoria da Gastrea*, que formou o volume II dos *Estudos Biológicos* (*Biologische Studien*)⁵⁴. A teoria da gastrea ocupou lugar de relevo no pensamento morfológico de Haeckel sendo uma referência importante em todas as suas obras posteriores, com destaque para a *Geração do Homem* (*Anthropogenie*) desde a sua primeira edição de 1874.

A investigação de Haeckel com esponjas calcárias deve-se em boa medida a três séries de comparações de organismos animais produzidas por outros pesquisadores. Tais ensaios comparativos formam a base inicial a partir da qual Haeckel formulou parte importante de suas próprias generalizações teóricas que constituem a teoria da gastrea. Tais comparações estavam baseadas em estudos embriológicos, mas também na condição anatômica e fisiológica desenvolvida de diversos grupos animais. A primeira dessas comparações de organismos animais foi feita pelo biólogo britânico Thomas Huxley (1825-1895) num trabalho de 1849 intitulado, *Sobre a Anatomia e as Afinidades da Família das Medusas*⁵⁵. Esse trabalho divide-se em duas seções, sendo que na primeira Huxley descreve e analisa a anatomia das medusas, tratando em quatro

⁴⁸ HAECKEL, 1870, p. 207–35.

⁴⁹ HAECKEL, 1872.

⁵⁰ Die Gastraea-Theorie, die phylogenetische Classification des Tierreichs und die Homologie der Keimblätter.

⁵¹ Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere.

⁵² Die Physemarien (Haliphysema und Gastrophysema), Gastraeaden der Gegenwart.

⁵³ Nachträge zur Gastraea-Theorie

⁵⁴ HAECKEL, 1877.

⁵⁵ HUXLEY, 1849, p. 413-434.

subseções do entendimento das suas partes principais, estômago, disco, tentáculos e órgãos gerativos⁵⁶. Ao cabo desse tratamento, ele afirma na abertura da segunda seção que “certas conclusões gerais podem ser deduzidas dos fatos estabelecidos”⁵⁷. Essas conclusões de Huxley foram destacadas por Haeckel: “Huxley afirmou, em 1849, que as duas membranas fundamentais permanentes dos acalefos [celenterados dentre os quais se incluem as medusas], a endoderme e exoderme, eram verdadeiramente homólogas às camadas germinativas dos animais superiores”⁵⁸. A comparação feita por Huxley indicava uma conformação morfológica e correspondência fisiológica dos dois tecidos permanentes que compõem o corpo das medusas com a conformação e o papel das primeiras camadas de células dos embriões dos animais superiores, em acordo com as características que haviam sido apontadas pela teoria das camadas germinativas. Huxley explica a extensão da comparação no parágrafo 58 do trabalho:

Uma completa identidade de estrutura conecta as "membranas fundamentais" [permanentes] das medusas com as correspondentes membranas [camadas germinativas] nas demais séries [animais]; e é curioso observar, que por todo tempo, as membranas interna e externa parecem manter as mesmas relações fisiológicas de uma a outra como fazem as camadas [...] do embrião; a externa desenvolve-se num sistema muscular e dá surgimento aos órgãos de ataque e defesa; a interna, por outro lado, parece ser mais especificamente vinculada aos propósitos da nutrição e geração⁵⁹.

As idéias contidas nessa comparação de Huxley quanto ao modo de conexão das séries animais desempenharam um papel geral significativo nas especulações de Haeckel sobre esponjas. Ao lado dessa comparação, Haeckel indicou outra de mesmo valor quanto ao seu modo de ver as relações entre os grupos animais. Essa nova comparação foi empreendida pelo embriologista russo Alexander Kowalevsky (1840-1901). Segundo Haeckel, na mesma direção apontada por Huxley, uma série de trabalhos ontogenéticos de Kowalevsky demonstrou que a extensão daquela homologia alcançava “as mais amplas esferas do reino animal”⁶⁰. Isto porque Kowalevsky mostrou nesses trabalhos que, com poucas exceções, “as duas bem conhecidas camadas

⁵⁶ HUXLEY, 1849, p. 413-424.

⁵⁷ Idem, 1849, p. 425.

⁵⁸ HAECKEL, 1874 [1873], p. 158.

⁵⁹ HUXLEY, 1849, p. 425-6.

⁶⁰ HAECKEL, 1874 [1873], p. 158.

germinativas dos vertebrados também fazem seu aparecimento nos animais invertebrados dos mais importantes grupos”⁶¹. A descoberta das camadas germinativas dos invertebrados permitia agora manter em relação às camadas de seus embriões, aquele mesmo tipo de ligação verificada por Huxley entre as camadas dos embriões dos vertebrados e os tecidos dos celenterados. As camadas germinativas dos invertebrados eram igualmente homólogas com os dois tecidos que formam a constituição corporal permanente dos celenterados.

Além de representar uma extensão da comparação empreendida por Huxley, os trabalhos ontogenéticos de Kowalevsky tiveram também, segundo Haeckel, outra significação de amplo alcance para a conexão entre grupos animais. Isso porque no bojo dessas investigações, Kowalevsky encontrou o próprio elo que ligava os vertebrados aos invertebrados. É claro que se poderia já inferir uma proximidade entre invertebrados e vertebrados do fato de que ambos apresentam camadas germinativas. Mas, Haeckel se refere aqui a um fato mais preciso e marcante como prova dessa ligação, qual seja existência de afinidades entre a ascídia e o anfioxo descobertas pela comparação de sua ontogênese. Segundo Haeckel, a descoberta de Kowalevsky de 1867 “da idêntica ontogênese do anfioxo e da ascídia” é “uma das mais significativas e sugestivas descobertas da zoologia moderna”⁶². Kowalevsky havia comparado a embriogênese de um invertebrado, a ascídia, então considerada um verme tunicado, com a embriogênese do mais inferior representante do grupo dos vertebrados, o anfioxo⁶³. Como resultado dessa comparação ele localizou uma alta concordância da embriogênese desses dois organismos e concluiu que havia uma efetiva afinidade entre eles. Como explica Haeckel, pelas características corporais permanentes dos tunicados não se pode supor qualquer parentesco seu com os vertebrados. Os tunicados são em grande parte animais sésseis como as esponjas, e apresentam em todos os casos uma conformação corporal simples e não segmentada⁶⁴. Mas, os estudos embriológicos de Kowalevsky foram capazes de comprovar esse parentesco entre as ascídias e os vertebrados, na medida em que em sua embriogênese as ascídias apresentam os mesmos caracteres típicos da embriogênese dos anfioxos. Não apenas suas larvas apresentam simetria bilateral, mas, além disso, elas apresentam dois traços básicos dos vertebrados que compartilham com

⁶¹ HAECKEL, 1874 [1873], p. 158.

⁶² Idem, p. 158

⁶³ Atualmente os anfioxos são considerados cefalocordados e as ascídias como urocordados, portanto ambos pertencentes ao filo dos cordados o qual compreende também os vertebrados.

⁶⁴ HAECKEL, 1930 [1879], p. 393.

os anfioxos. Segundo Haeckel, “no estado embrionário as ascídias possuem os rudimentos da medula espinal [*Rückenmark*] e da corda dorsal [*Axenstab*], isto é, dos dois órgãos mais característicos dos vertebrados” e por isso pode-se concluir que “os tunicados são, dentre os invertebrados, os que mais se avizinham dos vertebrados”⁶⁵. Como as ascídias possuem no seu desenvolvimento justamente aqueles únicos caracteres que permitem ligar os anfioxos aos vertebrados, elas encontram-se igualmente associadas aos vertebrados.

Figura 3. Desenhos de Haeckel. À esquerda discomedusas, pertencentes ao grupo de animais estudados por Huxley (HAECKEL, *Kunstformen der Natur*, 1904, prancha 8). À direita detalhamento anatômico do corpo desenvolvido da ascídia e do anfioxo. Haeckel oferece igualmente, seguindo os estudos de Kowalevsky, uma análise da embriogênese desses dois organismos apontando a semelhança no aparecimento da notocorda e da medula espinal nos dois casos (HAECKEL, *História da Creação Natural*, 1930 [1879], prancha XIII, p. 429).

Como as ascídias perdem essas duas características (medula espinal e corda dorsal) no curso da ontogênese, elas assumem gradativamente um estado de maior simplicidade corporal e deixam por fim em seu pleno desenvolvimento de apresentar qualquer traço do padrão vertebrado. Mas antes desse ponto, as larvas das ascídias mostram sua estreita afinidade com os anfioxos. E o modo pelo qual o anfioxo de liga

⁶⁵ HAECKEL, 1930 [1879], p. 393; Haeckel é categórico quanto ao uso desses termos, referindo-os como *Medulla spinalis* e *Chorda dorsalis*, cf. HAECKEL, 1889 [1868], p. 600-1.

de modo inequívoco aos vertebrados é de maneira geral o mesmo que permite conectar, através da ontogênese da ascídia, os invertebrados aos vertebrados. Para Haeckel, as descobertas de Kowalevsky significavam o preenchimento do abismo, até então considerado intransponível, que separava esses dois grupos animais⁶⁶. Ficava, pois possibilitada a efetiva comparação entre invertebrados e vertebrados. Esse avanço proporcionado pelas investigações de Kowalevsky juntava-se assim ao seu resultado mais geral de descoberta das camadas germinativas dos invertebrados que havia possibilitado a extensão daquela comparação de Huxley, apontada acima, entre as camadas celulares de embriões e os tecidos dos celenterados.

A terceira série de comparações a que nos referimos acima vai apontar as afinidades entre esponjas e corais. Ela teve o seu início de desenvolvimento já no círculo mais próximo de pesquisas de Haeckel. Tal comparação não se colocou em sua primeira etapa no plano embriológico, mas a partir da constituição adulta desses organismos. Em 1867, Haeckel junto com uma equipe de assistentes realizou um conjunto de pesquisas na ilha de Lanzarote no arquipélago das Canárias, as quais versavam principalmente sobre animais marinhos inferiores. Dentro dessa linha de pesquisas, orientada à busca das estruturas e funções básicas dos animais, o trabalho foi dividido entre os pesquisadores por grupos específicos de organismos. O trabalho de Haeckel em particular foi dedicado nesse período aos sifonóforos. Os resultados do trabalho específico de seu aluno e assistente Nikolai Miklucho (1846-1888) sobre a anatomia e fisiologia de um grupo de esponjas provocaram de modo especial o interesse de Haeckel. Dentro da perspectiva morfológica de Haeckel, Miklucho alcançou uma série de resultados ao estudar uma pequena esponja calcária, que abriram caminho para importantes descobertas. De um lado, o tipo de esponja pesquisado por ele apresentava um polimorfismo por sobre uma forma básica padrão, a partir da qual diversas espécies e gêneros variavam⁶⁷. Essa forma, que mais tarde Haeckel chamou de *Olinthus*, seria uma protoforma (*Urform*) das esponjas. O polimorfismo desse grupo de esponjas levou Haeckel também a sugerir que cabia nesse caso o mesmo tipo de argumento de especiação que Fritz Müller (1821-1897) havia utilizado em seus estudos com crustáceos para uma demonstração empírica da validade do darwinismo⁶⁸. Além disso, e de modo mais surpreendente, Miklucho sugeriu que esse tipo de esponja apresentava

⁶⁶ HAECKEL, 1874 [1873], p. 158.

⁶⁷ Cf. RICHARDS, 2008, p. 199.

⁶⁸ Cf. RICHARDS, 2008, p. 204-5; As contribuições de Fritz Müller e o sentido de seus argumentos em apoio ao darwinismo serão analisados no próximo capítulo.

uma conformação e funcionalidade que as tornava mais próximas dos celenterados que dos protozoários. Essa esponja tem um formato corporal com maior regularidade assemelhando-se a uma urna. Ele afirmou que o complexo formado pelo seu átrio (cavidade interna) e pelo seu ósculo (abertura superior que comunica o átrio com o meio externo) representa um rudimento de cavidade intestinal na medida em que a abertura não funciona apenas como caminho de saída de água e materiais, mas também como entrada⁶⁹. Como explicou Richards, a relação que Miklucho viu entre essas esponjas e os celenterados “era revelada pela ingestão e expulsão de material através da abertura bucal, que era similar à função e estrutura dos celenterados”⁷⁰. Decorrente disso, ele concebeu também que tal como os celenterados o corpo total dessas esponjas constituíam verdadeiros indivíduos. Essa afirmação contrariava não apenas a visão estabelecida sobre a natureza da esponja, mas o próprio modo de ver de Haeckel o qual encarava a esponja como uma simples colônia de protistas⁷¹. Vislumbrando o profundo alcance desses resultados, Haeckel direcionou depois disso a sua própria pesquisa empírica para as esponjas num trabalho que se estendeu pelos cinco anos seguintes. No primeiro ensaio que publicou no curso dessas pesquisas em 1870, *Sobre o Organismo das Esponjas e sua Afinidade com os Corais*, Haeckel reconhece o impacto inicial daquelas investigações:

A mais importante descoberta dessa investigação [de Miklucho], de cuja validade eu fui convencido através de minhas próprias observações, foi o fato de que as esponjas encontram-se numa relação mais próxima com os corais do que se supunha [...] As investigações de Miklucho mostram [...] que os sistemas digestivos em ambas as classes [dos corais e das esponjas] são homólogas e análogas⁷².

Mas essa desafiadora comparação entre esponjas e corais deparava-se com uma série importante de problemas. Em primeiro lugar, dificilmente pode-se atribuir às duas camadas de células das esponjas a natureza de verdadeiros tecidos, como ocorre nos celenterados. E apesar dos indícios apontados por Miklucho e verificados por Haeckel, de similaridade no funcionamento do ósculo e átrio dessas esponjas com o canal intestinal dos corais ou dos celenterados em geral, os dados mostravam-se insuficientes

⁶⁹ RICHARDS, 2008, p. 201.

⁷⁰ Idem, p. 201.

⁷¹ Idem, p. 201.

⁷² Haeckel apud RICHARDS, 2008, p. 202.

para sustentar a existência de uma efetiva homologia. E quando tomados em conjunto, como sintetizou Richards, os dados simplesmente não apoiavam tal afirmação, mas ao contrário indicavam uma divergência clara quanto às funções em cada um dos grupos: Somente “os corais ingerem água e nutrientes pela abertura bucal principal (assim como eliminam detritos por esse orifício), enquanto que as esponjas apenas expõem material pela boca” ⁷³. Buscando contornar as dificuldades para sustentação dessa homologia, Haeckel ampliará os horizontes da investigação. Movido pelo impulso inicial provocado pela visão dessa homologia, ele se voltará progressivamente à investigação da embriogênese das esponjas e formulará novas bases para o desenvolvimento dos estudos comparativos dos animais. É essa virada que o levará aos seus resultados mais significativos na compreensão da morfologia animal.

Figura 4. Ilustrações de Haeckel de zoófitos. Esses metazoários são invertebrados inferiores aquáticos, em geral marinhos, os quais Haeckel considerava como os de mais simples constituição. À esquerda, uma esponja calcária (porífero) da espécie *Ascetta primordialis* (HAECKEL, 1872, III, prancha I) que apresenta a forma básica denominada por ele de *Olinthus*. A esponja desenvolvida, como a apresentada na imagem, é um organismo sésil, possui um orifício de abertura no pólo superior do corpo (óstculo) e uma cavidade interna (átrio). À direita corais da ordem *vierstrahlige Sternkorallen*. Organismos sésseis, em geral coloniais, possuem um orifício de abertura no pólo superior do corpo e uma cavidade interna. (HAECKEL, *Kunstformen der Natur*, 1904b, prancha 29).

⁷³ RICHARDS, 2008, p. 2002.

A mudança de perspectiva empreendida por Haeckel para dar conta daquelas dificuldades representa em certo sentido uma síntese das abordagens comparativas das séries anteriormente expostas. O avanço teórico e o caráter inovador de sua própria perspectiva são devedores dessas comparações e representam um passo além. A partir da similaridade anatômica e funcional entre corais e esponjas, Haeckel retoma a idéia de comparação das camadas germinativas dos animais com os dois tecidos dos celenterados. Ele constrói com isso uma noção de forma básica e um novo modo de comparação aplicável a toda a série animal. Segundo Richards:

Haeckel elaborou a partir daquela similaridade [entre esponjas e corais desenvolvidos] uma observação que ninguém tinha empreendido até então: as simples endoderme e ectoderme das esponjas correspondiam estreitamente às duas respectivas camadas de células dos celenterados em estrutura e função, o que conectava ambas [as camadas] àquelas dos metazoários superiores⁷⁴.

Baseado na perspectiva da embriologia comparativa, Haeckel altera a essência da anterior abordagem de comparação entre corais e esponjas. Essa alteração de abordagem representa também uma ampliação dos horizontes do universo comparativo. A nova abordagem possibilitará também por meio da embriologia uma associação das esponjas com os animais superiores. Essa virada de perspectiva representa uma mudança na busca pela protoforma (*Urform*) dos animais que não será mais empreendida nas formas orgânicas já desenvolvidas, seja no todo orgânico seja em alguma de suas partes, mas sim nos seus estágios embrionários. A busca anatômica dará finalmente lugar ao estudo embriogenético como o espaço privilegiado de suas investigações. Esses novos estudos embriológicos levarão Haeckel à descoberta do fenômeno da formação da gástrula e à formulação de sua noção de gastrulação. É com a gastrulação que todos os animais atingem no seu desenvolvimento o estágio fundamental caracterizado pela posse das duas camadas germinativas primárias e do órgão primordial, o intestino.

⁷⁴ RICHARDS, 2008, p. 202.

2.2.2. A NOÇÃO DE GASTRULAÇÃO

A gastrulação é o processo de formação da gástrula, o estágio mais importante do desenvolvimento inicial de um embrião animal. Como vimos, a gástrula é o primeiro estágio embrionário no qual surge propriamente a forma animal. O modo como esse processo decorre, levando o embrião a atingir o estágio de gástrula assumiu um papel central nos estudos de Haeckel. Ele procurou acompanhar e definir cuidadosamente os passos e os estágios do desenvolvimento animal que vão desde o aparecimento da célula ovo até a gastrulação. O fenômeno da gastrulação foi acompanhado por Haeckel na embriogênese das esponjas calcárias. Conforme reportado por Richards⁷⁵, a primeira descrição que ele dá desse processo aparece de modo sucinto em seu artigo de 1870:

Depois do ovo, através do processo de clivagem, forma-se um aglomerado [*Haufen*] esférico em formato de amora [*maulberrförmigen*] de células estreitamente unidas, similares, lisas e esféricas; por meio de um crescimento mais forte numa direção o embrião em forma de amora toma uma forma [*Gestalt*] elipsóide ou em formato ovalado [*eiförmige*] e cobre sua superfície com cílios. Então, cria-se dentro uma pequena cavidade central (o estômago [*Magen*]) que se expande e num pólo do eixo longitudinal [*Längsaxe*] irrompe uma abertura, a boca [*Mund*]⁷⁶.

Apesar de sumária, tal descrição contém já todos os principais elementos da sua visão da gastrulação. Posteriormente, Haeckel detalhou o processo em diversas obras e atribuiu a ele o termo gastrulação (*Gastrulabildung* ou *Gastrulation*)⁷⁷. Além da *Monografia das Esponjas Calcárias* de 1872, há extensas discussões sobre gastrulação nas edições subsequentes da *História da Criação Natural*⁷⁸, na *Geração do Homem* (*Anthropogenie*) de 1874 e no já citado artigo de 1875 que integra os *Estudos sobre a Teoria da Gastrea*. Haeckel discorre nesse artigo de 1875 sobre as diversas configurações que a gástrula pode assumir, sobre os tipos de clivagem do ovo e sobre os tipos de gastrulação em todos os ramos animais⁷⁹. Ele tomou o modo de formação da gástrula dos celenterados como um modelo básico para a explicação do processo de

⁷⁵ RICHARDS, 2008, p. 203.

⁷⁶ HAECKEL, 1870, p. 219; Observe-se que Haeckel usa nesse contexto de modo alternado e com o mesmo sentido os termos 'estômago' [*Magen*] e 'intestino' [*Darm*].

⁷⁷ Cf. HAECKEL, 1875, por exemplo, p. 78 e 158.

⁷⁸ A primeira edição é de 1868.

⁷⁹ Cf. HAECKEL, 1875, respectivamente, seção 10, p. 78-110 e seção 11, p. 111-136.

gastrulação e a partir do qual podia analisar as variações evolutivas na forma da gástrula em outros casos. Isto porque, segundo ele, os celenterados constituíam um dos ramos animais em que melhor se havia preservado o processo de formação da gástrula primordial (*Archigastrula*)⁸⁰. Vamos analisar os detalhes da gastrulação a partir da sua descrição mais elaborada do processo de formação da gástrula em corais, descrição que data desse período e que é reproduzida de modo geral nos trabalhos posteriores de Haeckel. Acompanharemos em particular a descrição apresentada por Haeckel na sétima edição de 1879 da *História da Criação Natural*. Segundo Haeckel, tal processo ocorre ao longo de cinco estágios, desde o início do organismo na célula-ovo até a formação da gástrula.

A embriogênese de todos os metazoários inicia-se numa única célula ovo fertilizada (*befruchteten Eizelle*)⁸¹ singular e se desenvolve principalmente pela multiplicação do número de células, o que ocorre por meio de sucessivas divisões (clivagens). Esta célula inicial assume, segundo Haeckel, dois estágios, o primeiro deles, que ele denominou de monérula, corresponde a uma célula não nucleada. No primeiro estágio ontogenético há “a desapareição do núcleo da célula ovo, pouco antes ou pouco depois da fecundação” e “como consequência dessa desapareição o óvulo não passa de um citodo sem núcleo”⁸². Nesse estágio encontra-se o mais baixo grau da simplicidade orgânica. Segundo Nordenskiöld, era um entendimento comum à época que o núcleo do ovo dissolvia-se antes da fecundação. Segundo essa concepção, então, o ponto de partida do desenvolvimento individual era uma célula não nucleada⁸³. Segundo Haeckel, a partir desse estágio ocorria a primeira transformação no desenvolvimento que leva ao estágio seguinte:

A segunda fase ontogenética consiste na formação de um novo núcleo na monérula e então o ovo-citodo ganha a sua categoria de verdadeira célula. Essa célula é a cítula, a “primeira esfera de clivagem” (*erste Furchungskugel*)⁸⁴.

⁸⁰ Cf. HAECKEL, 1875, especialmente p 78-83; também p. 137-160.

⁸¹ Cf. HAECKEL, 1872, p. 124; HAECKEL, 1877 [1873], p. 85.

⁸² HAECKEL, 1930 [1879], p. 367.

⁸³ Cf. NORDENSKIÖLD, 1949, p. 597; Comentando a obra do zoólogo alemão Alexander Goette, Nordenskiöld informa que, de acordo com este autor, o ovo (a célula-ovo), no começo do desenvolvimento (antes do início das clivagens), era uma “massa não organizada e inanimada”.

⁸⁴ HAECKEL, 1930 [1879], p. 367; HAECKEL, 1889 [1868], p. 496.

A partir da formação do núcleo na célula ovo que leva ao estágio chamado por ele de cítula, advém o terceiro estágio produzido pelas clivagens desta célula nucleada. Tais clivagens ocorrem em fases sucessivas, dividindo a célula-ovo, primeiro em duas partes, formando assim duas células, depois uma nova clivagem que leva à obtenção de quatro células e assim sucessivamente, de modo que a cada clivagem dobra-se o número de células do embrião. As células assim formadas, os blastômeros, mantêm-se agrupadas num conjunto esférico e maciço, que Haeckel denominou de mórula, devido à sua aparência em forma de amora ou “amoriforme”. Como explica Haeckel:

O estágio unicelular serviu de base ao terceiro grau de desenvolvimento, a um estágio pluricelular, o mais simples possível, isto é, a uma coleção, a uma associação de células simples e homogêneas... A evolução ontogenética de cada animal procede por segmentação reiterada, donde surge um amontoado esférico de células nuas, homogêneas e transparentes⁸⁵.

Com o estágio de mórula o embrião atinge a sua primeira fase pluricelular. Abaixo temos as imagens de Haeckel que representam os primeiros três estágios da ontogênese de um coral: a monérula, a cítula e a mórula.

Figura 5. Representação do desenvolvimento dos três primeiros estágios da embriogênese dos metazoários indicados pelas letras ‘A’, ‘B’ e ‘E’. A figura indicada pela letra ‘A’ representa o estágio de monérula, a célula ovo não nucleada; ‘B’ indica o estágio de cítula, no qual a célula ovo aparece já dotada de um núcleo; ‘C’ indica as duas células (blastômeros) resultantes da primeira clivagem da célula ovo e ‘D’ as células resultantes da segunda clivagem. Após sucessivas clivagens o embrião atinge o estágio de mórula, indicado pela letra ‘E’. Desenhos de Haeckel sobre embriologia de corais (*Monoxenia Darwinii*), animais da classe *Anthozoa* do filo *Cnidaria* (Haeckel, 1889, v. II, fig. 20, p. 504).

A partir do estágio de mórula ocorre uma nova mudança. Há uma importante movimentação celular interna. As células abandonam paulatinamente o centro do corpo do embrião e migram em direção à sua periferia. Todas as células reacomodam-se nos limites no corpo do embrião e com isso seu corpo esférico passa a ter uma cavidade

⁸⁵ HAECKEL, 1930 [1879], p. 367-8.

central, a cavidade de segmentação ou blastocele (*Furchungshöle*)⁸⁶. Além dessa cavidade central, o deslocamento das células da mórula maciça tem como resultado também a formação de uma parede de células única que circunscreve todo o corpo do embrião, a blastoderme (*Keimhaut*)⁸⁷. Com isso, o embrião atinge o seu quarto estágio de desenvolvimento denominado de blástula. No caso da embriogênese dos invertebrados inferiores, como os zoófitos, devido ao desenvolvimento que ocorre de maneira indireta, origina-se, na verdade, uma larva ciliada. Suas células são dotadas de cílios voltados para o exterior do corpo da larva⁸⁸. Esta larva, a plânula, que também recebe o nome de blástula, tem o corpo em forma esférica, cilíndrica ou ovular e é dotada de movimento graças à agitação dos seus cílios vibráteis no meio aquático⁸⁹. Na imagem abaixo se representa uma larva de coral em estágio de blástula.

A partir do estágio de blástula ocorrem movimentações e transformações celulares extremamente significativas que levam à produção do quinto estágio desse padrão de desenvolvimento dos metazoários. Segundo Haeckel:

⁸⁶ HAECKEL, 1877 [1873], p. 81.

⁸⁷ Idem, p. 81.

⁸⁸ Cf. HAECKEL, 1930 [1879], p. 368-9

⁸⁹ Os zoófitos (poríferos e cnidários) são animais que se reproduzem tanto de maneira assexuada (por brotamento, regeneração, gemulação ou estrobilação) quanto por via sexuada. Na reprodução sexuada o desenvolvimento é indireto e os embriões se desenvolvem em meio aquático com estilo de vida livre-natante, precisando passar por um ou mais estados larvais. Neste caso, para que os embriões atinjam o estado adulto é necessário, além do crescimento, que eles sofram metamorfose. A plânula é um dos estágios larvais dos cnidários. Nos poríferos a forma equivalente desta plânula são as larvas conhecidas como anfiblástula e parenquímula. Para Haeckel, as larvas em estágio de blástula atravessavam ainda novas transformações antes de atingir a forma adulta. No caso dos cnidários as formas larvais dirigem-se enfim ao estado juvenil desenvolvendo-se para as formas polipóides (organismos sésseis como os corais e anêmonas) ou medusóides (com locomoção livre-natante, como as águas-vivas). No caso dos poríferos, a larva sofre uma inversão: a camada externa ciliada volta-se para o interior do embrião, que se fixa ao solo no pólo com o orifício de abertura, o qual se fecha. Na sequência, o pólo oposto se abre, formando o ósculo, abertura que comunica a cavidade interna com o meio exterior.

Em todos os ramos animais, provém a partir desta blástula uma forma animal muito importante e interessante, a que chamei de gástrula (larva estomacal ou intestinal) na minha *Monografia das Esponjas Calcárias*. Exteriormente essa gástrula assemelha-se à plânula, mas distingue-se dela por diferenças essenciais; circunscreve uma cavidade comunicando com o exterior por um orifício e a sua parede é formada por duas camadas de células⁹⁰.

Antes da discussão do processo próprio da formação da gástrula, Haeckel dá uma descrição geral de sua estrutura. Isto permite diferenciar de modo claro as larvas que possuem a forma gastrular das simples plânulas, as quais mantêm apenas as características do estágio blastular. Esta observação é importante porque mostra que apesar das diversas características comuns apresentadas por esses dois tipos de larvas, o conjunto de critérios ligados à noção de Haeckel de forma básica dos metazoários é capaz de uma perfeita distinção. Prossegue ele:

Para formar a gástrula, a blástula invagina-se num ponto da sua parede. A parte invaginada, compreendendo metade da vesícula, acaba por se aplicar à face [interna] da metade não invaginada, de onde resulta o desaparecimento da cavidade de segmentação [blastocèle]. A cavidade assim formada é o primeiro rudimento de intestino e do estômago, é o *progaster*; o seu orifício é o rudimento da boca, *prostoma*. A parede dessa cavidade digestiva, que é ao mesmo tempo a da gástrula completa, é formada por duas camadas celulares constituindo os dois folhetos germinativos primários; uma camada externa, folheto epidérmico ou ectoderme e uma camada interna, folheto intestinal ou endoderme⁹¹.

Haeckel explica que as células que compõem cada uma das camadas que formam a parede do corpo do embrião são diferentes: a camada interna, ou endoderme que envolve a cavidade é formada por grandes células globulares e a camada externa, a ectoderme, que é composta de pequenas células ciliadas. Indicamos no esquema a seguir a sua formação:

⁹⁰ HAECKEL, 1930 [1879], p. 368-9.

⁹¹ Idem, p. 369.

Figura 7. Em “G”, vemos a blástula em corte longitudinal, com uma camada celular e a cavidade central (blastocelo) sem comunicação com o exterior do embrião. Em ‘H’, a invaginação da blástula inicia-se a partir do pólo superior e, neste ponto, a camada celular sofre uma embolia projetando-se para o interior do embrião em direção à face interna da parede; o blastocelo vai diminuindo com o progresso da invaginação, que cria uma nova cavidade, agora com uma abertura para o exterior. Em ‘I’, vemos a gástrula já formada em corte longitudinal. Podemos observar aí a parede do embrião formada por duas camadas celulares, a ectoderme interna com grandes células redondas e a endoderme externa com células pequenas; no centro do embrião há uma cavidade interna, o progaster ou arquêntero e, na parte superior do embrião, o orifício de abertura, o prostoma ou blastóporo. ‘K’ indica a gástrula completa, exibindo as células ciliadas da ectoderme. Observe-se que com a definição dos pólos do embrião detecta-se de modo claro seu eixo único longitudinal. Desenhos de Haeckel sobre embriologia de corais (Haeckel, 1889, v. II, fig. 20, p. 504).

O desenvolvimento desta sequência dos cinco estágios iniciais da embriogênese constitui, segundo Haeckel, um padrão ontogenético comum nos metazoários. Os estágios delimitados da monérula, cítula, mórula, blástula e gástrula constituem, de modo geral, o percurso que cada animal atravessa no seu desenvolvimento individual.

A forma larval tão importante da gástrula reproduz-se exatamente na ontogênese dos animais de todos os ramos; nas esponjas, nas medusas, nos corais, nos vermes, nos tunicados, nos radiados, nos moluscos e até nos mais inferiores dos vertebrados ⁹².

A noção de gastrulação formulada por Haeckel e sua descrição geral desse processo tornaram-se uma referência importante não só para os seus estudos morfológicos posteriores, mas foram amplamente incorporados na literatura biológica subsequente. Na segunda edição do manual de biologia de Calkins de 1917, por exemplo, é oferecida uma detalhada descrição da embriologia inicial dos anfioxos baseada no modelo de gastrulação de Haeckel.

⁹² HAECKEL, 1930 [1879], p. 369.

Figura 8. Clivagem holoblástica e gastrulação do anfioxo. As clivagens iniciais são indicadas nas figuras da parte superior. Logo abaixo, é indicado o processo de formação da blástula com o surgimento e ampliação da blastocele (as três últimas imagens são apresentadas em corte longitudinal, possibilitando a visualização dessa cavidade). Por fim, nas imagens da parte inferior indica-se a gastrulação. Primeiro o processo gradativo de invaginação da blastoderme e de desaparecimento da blastocele. Com isto, formam-se as duas camadas germinativas e se dá o surgimento do arquêntero e do blastópore. Na última imagem, temos a gástrula do anfioxo, plenamente constituída (CALKINS, Biology, New York, Henry Holt and Company, 1917 [1914], p. 80).

Esse padrão explicativo manteve-se. E a noção de gastrulação e grande parte das consequências a ela associadas, concebidas por Haeckel, mantiveram-se igualmente como referência para o entendimento dos passos iniciais da embriogênese e para o conceito fundamental de metazoários. Como explicam Leys e Eerkes-Medrano num recente artigo (2005):

A gastrulação [...], em seu sentido amplo, é a reorganização das células da blástula para formar um embrião multilaminado, a gástrula. A notável coerência no destino destas camadas germinativas embrionárias durante o desenvolvimento dos animais é, como sugeriu Haeckel, uma das principais características unificadoras dos

metazoários. Em muitos animais a formação de camadas germinativas é concomitante com a formação do intestino⁹³.

Juntamente com a noção de forma gastrular, o modelo de gastrulação foi aplicado por Haeckel, como vimos, em associação estreita com a sua lei biogenética fundamental. A perspectiva evolucionista expressa pelos princípios biogenéticos era capaz de explicar tanto a manutenção da forma básica original devido à herança comum de espécies relacionadas filogeneticamente, ainda que em alguns casos apenas nos seus delineamentos gerais, como as diferenças em relação ao modelo original devidas à adaptação secundária. Uma vez firmado o entendimento quanto à forma gastrular original, que verificamos em seções anteriores, e quanto ao modelo de gastrulação, Haeckel podia utilizar tais mecanismos explicativos para compreender o sentido das variações evolutivas sobre o tema da forma gastrular original. Essas variações podiam ser compreendidas como adaptações progressivas ou regressivas. No segundo caso encontram-se, por exemplo, os tunicados em relação à perda da notocorda e medula espinal no final do desenvolvimento individual que refletem adaptações regressivas. É também o caso das esponjas, nas quais adaptações de carácter regressivo levaram a perda de características apresentadas por seus antepassados gastreos. As esponjas perderam evolutivamente a faculdade da livre locomoção, fixaram-se no fundo do mar, adaptando-se a um estilo de vida absolutamente sedentário⁹⁴. Sua forma embrionária gastrular (larva livre-natante) denuncia sua origem e seu laço com os metazoários enquanto sua forma desenvolvida (sédil) indica as adaptações evolutivas regressivas que explicam a sua simplicidade corporal e o aparente abismo que as separa dos metazoários. Mecanismos explicativos análogos são aplicados também aos animais superiores por meio do recurso da adaptação progressiva e da abreviação dos estágios herdados, dos quais daremos maiores detalhes no próximo capítulo. Neste caso, contudo, o problema central não é explicar a discrepância e o afastamento adaptativo da forma desenvolvida, como a das esponjas, em relação à natureza da sua forma embrionária. É explicar como as adaptações evolutivas progressivas terminaram por interferir na própria forma gastrular original, em especial no caso dos vertebrados. Como explica Haeckel:

⁹³ LEYS e EERKES-MEDRANO, 2005, p. 342.

⁹⁴ HAECKEL, 1930 [1879], p. 373.

Mesmo nos animais superiores, cuja forma primitiva já desapareceu da ontogênese por causa da lei da hereditariedade abreviada, ainda é possível entrever a configuração anatômica geral da [forma gastrular primitiva]. Esse tipo embrionário tem a forma de um disco elíptico repousando sobre uma gema de nutrição esférica e [essa forma é] composta por duas camadas celulares, por dois folhetos; a camada celular externa é o folheto animal ou dérmico (epiblasto) correspondente à ectoderme da [forma gastrular primitiva]. Deste último folheto saíam a epiderme com as glândulas e os apêndices e o sistema nervoso central. A camada celular [interna], folheto vegetativo ou gástrico (hipoblasto) corresponde à endoderme da [forma gastrular primitiva]. Deste folheto nascerá o epitélio do intestino e o das glândulas intestinais⁹⁵.

Aqui, embora a configuração geral da gástrula afaste-se em boa medida da forma da gástrula original, Haeckel concentra-se na possibilidade de identificação das duas camadas germinativas, bem como na coerência de seu destino histológico e organológico. A possibilidade e os meios de redução da gástrula dos vertebrados à forma gastrular original ocupou espaço considerável das reflexões de Haeckel sobre a teoria da gastrea. Na obra *Evolução do Homem*, Haeckel ofereceu descrições e análises detalhadas da embriogênese dos vertebrados em geral, além do estudo de vários casos particulares inclusive, evidentemente, o do homem⁹⁶.

Voltando ao nosso ponto principal sobre a gastrulação, vimos anteriormente, indicado em várias passagens, que a homologia do estágio gastrular nos metazoários era para Haeckel o indicador de uma ancestralidade comum. A correspondência dos estágios que conduzem à forma gastrular é interpretada evolutivamente como uma indicação de relações filogenéticas fundamentais entre os metazoários. A forma gastrular comum indicava uma origem monofilética dos metazoários. A existência de uma forma raiz, um organismo primordial, como o tronco principal do qual saíram os diversos ramos do reino animal. A forma desse organismo devia corresponder estreitamente à forma gastrular. Para Haeckel o significado da recorrência da gástrula na embriogênese dos metazoários era uma garantia da existência desse organismo primordial.

⁹⁵ HAECKEL, 1889 [1868], p. 502; HAECKEL, 1930 [1879], p. 370.

⁹⁶ Cf. HAECKEL, 1905 [1874], I e II, Gastrulação dos Vertebrados, capítulo IX, p. 174-215, Embriologia do Anfioxo e da Ascídia, capítulo XVII, p. 445-470, os capítulos de XXIV a XXIX são dedicados à ontogênese do homem.

A larva ciliada – gástrula – é tão comum na ontogenia dos ramos zoológicos mais diversos, desde os zoófitos até os vertebrados, que a grande lei biogenética nos autoriza a dela deduzir [...] a existência de um tipo primitivo comum servindo de tronco comum aos seis grandes ramos zoológicos. Daremos a essa forma primitiva o nome de gastrea⁹⁷.

Na teoria da gastrea se deduz da ontogênese inicial comum dos metazoários a existência e a forma do organismo primordial que deu origem a todos os metazoários. Esse grande resultado da teoria da gastrea vai gerar duas séries de novos resultados de caráter também filogenético. Uma delas é a reconstrução representativa do sistema natural dos animais. Haeckel construirá a partir da gastrea a árvore genealógica monofilética contendo todos os grandes ramos dos metazoários. Esse desdobramento será analisado no capítulo três. A outra consequência não se refere como a primeira à história evolutiva posterior à gastrea, mas busca recuperar os passos anteriores ao seu surgimento e o processo evolutivo que lhe deu ensejo. Para isso Haeckel utilizou-se de seu modelo de gastrulação em cinco estágios ontogenéticos delimitados para inferir os passos do processo evolutivo que culminou no surgimento da gastrea. Esta estratégia permitirá a ele estabelecer as ligações entre os primeiros protistas, os protozoários e os metazoários. E em termos estruturais, estabelecer as ligações entre unicelularidade, pluricelularidade e forma básica dos metazoários.

Já indicamos atrás que os cinco estágios iniciais do desenvolvimento individual, no esquema proposto por Haeckel, eram a monérula, a cítula, a mórula, a blástula e a gástrula. Utilizando os mesmos princípios biogenéticos para a compreensão da sequência de estágios do desenvolvimento ontogenético, ele relacionou então os cinco estágios verificados na ontogênese de modo paralelo a cinco estados evolutivos primordiais. O caminho específico da evolução orgânica que culminou com o surgimento da gastrea podia ser entrevisto através do processo da gastrulação na ontogênese dos metazoários. Os cinco estados dessa série evolutiva correspondem, segundo Haeckel, a cinco tipos orgânicos da história evolutiva que são: a monera, a ameba, a morea, a blastea e a gastrea. Destacamos no quadro abaixo os cinco estágios da embriogênese e sua correspondência com os estágios da série filética. Esse quadro formulado por Haeckel sintetiza as suas principais conclusões na teoria da gastrea referentes ao processo evolutivo do qual surge a gastrea. A importância que ele atribui a

⁹⁷ HAECKEL, 1930 [1879], p. 369.

isso decorre de sua visão de que com o surgimento da forma gastrular, surgiam de fato os metazoários. A possibilidade da evolução posterior de todos os ramos animais decorre do surgimento inicial de sua forma raiz.

PARALELISMO ENTRE A ONTOGENIA E A FILOGENIA		
Definição das formas dos cinco primeiros estágios do desenvolvimento do corpo animal	Ontogenia	Filogenia
	Os cinco primeiros estágios do desenvolvimento individual	Os cinco primeiros estados da evolução filética
Primeiro estágio Um citodo muito simples (um plastídeo sem núcleo).	1 - Monerula Ovo animal sem um núcleo (quando o núcleo se dissolve).	1 - Monera O mais antigo animal (geração espontânea).
Segundo estágio Uma simples célula (um plastídeo contendo um núcleo).	2 - Ovo ou cítula Ovo animal com um núcleo (uma simples célula-ovo).	1 - Monera ou Ameba Animal amebóide.
Terceiro estágio Uma comunidade (um agregado de simples células homogêneas).	3 - Mórula <i>Agregado amoriforme.</i> Reunião globular das células resultantes das clivagens.	3 - Morea ou Sinoameba Um agregado de amebas homogêneas.
Quarto estágio Um corpo de forma esférica ou ovular, com cavidade cheia de líquido, cuja parede é formada por células ciliadas análogas.	4 - Blástula ou plânula <i>Larva ciliada ou embrião</i> Corpo esférico ou oval com cavidade e uma só camada de células.	4 - Blastea ou Planea Protozoário, cujo corpo esférico ou oval tem uma cavidade e uma camada de células ciliadas.
Quinto estágio Corpo globular ou oval com uma cavidade intestinal e um orifício bucal simples. Parede corporal composta por duas camadas de células. Uma camada externa, a ectoderme (camada dérmica), a outra interna, a endoderme (camada gástrica).	5 - Gástrula <i>Larva intestinal ou embrião</i> Larva pluricelular com um intestino e com um orifício bucal. A parede do corpo é formada por dois folhetos. Forma embrionária básica dos metazoários.	5 - Gastrea Animal primordial Organismo pluricelular com intestino e boca. Parede do corpo com dois folhetos. Forma raiz primitiva de todos os animais intestinais ou Metazoários

Figura 9: quadro comparativo da ontogenia e a filogenia (HAECKEL, 1830 [1879], p. 371).

O quadro acima aparece, com ligeiras alterações, de modo geral nas edições das principais obras de Haeckel, posteriores à formulação da teoria da gastrea. Tomamos como referência a sétima edição da *História da Criação Natural* de 1879⁹⁸ para a adaptação e reprodução do quadro do paralelismo entre ontogenia e filogenia baseado na gastrulação. Observa-se na primeira coluna à esquerda do quadro a definição da forma de cada um dos cinco estágios iniciais do desenvolvimento orgânico animal. Cada estágio da forma encontra-se ligado nas linhas horizontais aos estágios correspondentes da ontogênese nos estágios larvais ou embrionários (coluna central). Por fim, na coluna direita se estabelece similar correspondência dos estados iniciais da evolução animal (filética) com os estágios da forma da primeira coluna e, conseqüentemente, também com os estágios ontogenéticos da segunda coluna. Esse quadro do paralelismo entre a ontogênese e a filogênese, baseado na lei biogenética fundamental, constitui-se numa das representações mais claras do pensamento evolutivo de Haeckel. Para completarmos o entendimento do princípio da recapitulação da filogênese no desenvolvimento ontogenético, bem como os princípios auxiliares da lei biogenética fundamental dedicar-nos-emos no próximo a uma análise de sua estrutura. Além de deixar mais claro o fundamento de certos passos do argumento da teoria da gastrea e de sua aplicação para a montagem do quadro acima, essa análise será importante para o nosso estudo das demais conseqüências da teoria da gastrea a serem analisadas no capítulo três. Antes de nos dirigirmos ao capítulo dois, porém, finalizaremos o presente capítulo com um tópico dedicado à exposição do quadro de princípios gerais da morfologia evolucionista de Haeckel e ao estudo das noções de tipo, arquétipo e *Bauplan*.

3. PRINCÍPIOS GERAIS DA MORFOLOGIA DE HAECKEL E A NOÇÃO DE TIPO

3.1. VISÃO DA CIÊNCIA E MONISMO

A ciência de Haeckel está dirigida antes de tudo à compreensão dos fenômenos das formas orgânicas. Segundo Richards, a definição de morfologia de Haeckel seguia a de Goethe⁹⁹. Por isso no início da *Morfologia Geral* ele afirmou: “No sentido mais amplo do termo, a morfologia ou doutrina das formas dos organismos é a completa

⁹⁸ Cf. HAECKEL, 1889 [1868], p. 505.

⁹⁹ RICHARDS, 2008, p. 120.

ciência das relações externas e internas das formas dos corpos naturais vivos, animais e plantas”¹⁰⁰. Mas avançando para além dessa definição inicial a morfologia se constituía na ciência capaz de especificar as leis da sua produção das formas orgânicas e conhecer suas causas naturais¹⁰¹. Essa proposta de uma ciência morfológica que trata das leis que dirigem a formação das estruturas corporais dos organismos assentava-se numa determinada abordagem da produção do conhecimento biológico. Como Haeckel externou em vários pontos de sua obra e particularmente na *Morfologia Geral*, tal abordagem baseia-se no método do empirismo conceitual [*denkenden Erfahrung*]¹⁰² ou empirismo filosófico, segundo o qual o conhecimento da natureza depende de uma combinação de investigação empírica e especulação. Segundo Rinard, a abordagem de Haeckel para a pesquisa biológica tinha como ponto de partida a perspectiva aprendida por ele com seus professores Johannes Müller e Alexander Braun¹⁰³.

Müller expressou mais claramente [sua abordagem] quando a designou de *denkenden Erfahrung*, ou empirismo conceitual, em biologia. Com isto ele queria significar a união da abordagem teleológica com um rigoroso empirismo. Tanto ele quanto Braun seguiam um programa kantiano na tentativa de compreender a forma orgânica. Eles sustentavam a necessidade de uma visão teleológica da natureza [...] e também procuravam investigar as relações causais que produziam as formas. Embora eles não acreditassem que a vida pudesse ser plenamente descrita por causas mecânicas, eles sustentavam, no entanto, que os mais estritos padrões de observação e investigação empírica eram necessários para descobrir as leis do desenvolvimento¹⁰⁴.

Müller expressava assim, a visão desenvolvida por Kant na *Crítica da Faculdade do Juízo* de que a produção do conhecimento biológico requeria a conjunção da abordagem teleológica e da abordagem mecanicista. O uso exclusivo de leis mecânicas era insuficiente para a compreensão das formas orgânicas e, segundo ele, por isso não era possível surgir um Newton da biologia. Os princípios mecanicistas que eram constitutivos da ciência física, aplicados ao conhecimento dos corpos não-orgânicos, não alcançavam êxito na plena explicação dos fenômenos dos corpos orgânicos na medida em que esses apresentavam um direcionamento a fins. Essa

¹⁰⁰ HAECKEL, 1866, I, p. 3.

¹⁰¹ RICHARDS, p. 120.

¹⁰² Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 64

¹⁰³ RINARD, 1981, p. 251.

¹⁰⁴ Idem, p. 251.

finalidade manifestada pelos organismos não eram, por princípio, redutíveis a leis mecânicas. O uso conjugado de princípios teleológicos e mecanicistas envolvia, porém, uma contradição, uma antinomia, já que o tipo de causalidade invocada em cada uma das abordagens eram elas mesmas mutuamente contraditórias. Essa contradição é resolvida por Kant com a atribuição ao princípio teleológico de um caráter apenas regulativo e não constitutivo da ciência biológica. O uso da noção de finalidade nos organismos era necessário como um condutor geral da pesquisa biológica, sem o qual os fenômenos tornavam-se simplesmente incompreensíveis¹⁰⁵. Segundo Kant, “o conceito das ligações e das formas da natureza segundo fins é, pois, pelo menos, um princípio a mais para submeter os fenômenos da mesma a regras, onde as leis da causalidade segundo o mero mecanismo da mesma não chegam”¹⁰⁶. Os fenômenos da natureza nos casos em que as formas e suas relações devem ser concebidas como dirigidas a fins. Concebê-las desse modo representa um princípio auxiliar para a organização (submissão) de tais fenômenos segundo regras. Essa organização dos fenômenos segundo regras não tem o estatuto e nem substitui o uso constitutivo das leis da causalidade mecânica, mas ocupa o seu papel para a compreensão dos fenômenos onde tais leis não alcançam aplicação. Mas isso devia ser feito na estrita medida de sua necessidade e, tanto quanto possível, devia-se buscar estender ao máximo a aplicação dos princípios constitutivos mecanicistas, ainda que sua plena aplicação aos organismos seja um objetivo inalcançável.

O método científico de Johannes Müller do empirismo conceitual assenta-se sobre o fundamento do programa kantiano para a pesquisa biológica. Embora Haeckel parta manifestamente dessa proposta de Müller, ele rejeitará o componente teleológico presente na sua abordagem. Ele inicia a sua discussão de método citando Müller:

Um artefato mecânico é produzido pelo técnico de acordo com a idéia que tem na mente, isto é de acordo com o fim [*Zwecke*] de sua ação. Uma idéia subjaz na fundação de cada organismo, e seguindo essa idéia todos os órgãos tornam-se organizados de modo finalístico. A idéia é externa à máquina, mas interna ao organismo, e nesse caso ela produz [*shaffen*] o organismo com necessidade e sem intenção [*ohne Absicht*]. A causa finalística que age eficazmente no corpo orgânico não tem escolha, e a realização do seu plano único [*einzigem*] é necessário a ela. Longe

¹⁰⁵ Cf. KANT, 1995, p. 227-256; LENOIR, 1982, p. 29-35; CASSIRER, 1993 [1948]; p. 151-3; RICHARDS, 2008, p. 120-3.

¹⁰⁶ KANT, 1995, p. 204, § 61.

disso, nesse caso efetivo operar de modo finalístico e operar necessariamente são uma e a mesma coisa¹⁰⁷.

Na elaboração de sua proposta de empirismo conceitual, Haeckel buscará eliminar essa finalidade teleológica que foi mantida em equilíbrio com a necessidade mecânica na proposta de Müller¹⁰⁸. Haeckel considera que a formulação de Kant é insuficiente para livrar a ciência do dualismo e que o seu recurso às causas finais incorre, de modo geral, nos mesmos erros daqueles que advogam explicitamente a teleologia para o estudo dos organismos. Para ele, a afirmação de Kant de que a teleologia não constitui um princípio constitutivo da ciência biológica, mas apenas regulativo, não o exime de incorrer em contradição com os princípios que ele próprio havia estipulado para a formulação de uma ciência objetiva. Manifestando-se em acordo com os pressupostos estabelecidos por Kant na *Crítica da Razão Pura*, Haeckel afirmará que a constituição da biologia como uma ciência objetiva depende de encontrar-se ela plenamente instituída a partir de princípios puramente mecanicistas¹⁰⁹.

Por esse modo Haeckel se opõe nesse ponto também a Müller. Enquanto Müller afirma que o “organismo é de fato a união da força produtora orgânica [*Schöpfungskraft*] com a matéria orgânica”¹¹⁰, na concepção de Haeckel essa força produtora orgânica não pode ser algo adicionado à matéria orgânica, mas algo que se encontra inseparavelmente ligado [*unzertrennlich verbundene*] à matéria orgânica¹¹¹. A idéia que age “com necessidade e sem intenção” encontra-se presente no próprio substrato material do organismo¹¹². Desse modo, Haeckel afastava o recurso a princípios teleológicos baseado numa visão de unidade natural indissolúvel da idéia e do substrato material dos organismos. O seu método do empirismo conceitual é uma noção de unidade natural dos aspectos empíricos e racionais do conhecimento derivada de um postulado de unidade da própria natureza¹¹³. Haeckel externa uma profunda convicção monística por meio da sua concepção de ciência: “Toda a ciência da natureza é filosofia

¹⁰⁷ Müller apud HAECKEL, 1866, I, p. 94; Nossa tradução dessa passagem se distancia em alguns pontos importantes da feita por Richards (cf. RICHARDS, 2008, p. 122).

¹⁰⁸ Cf. RICHARDS, p. 122.

¹⁰⁹ Cf. HAECKEL, 1930 [1879], p. 72-7.

¹¹⁰ Müller apud HAECKEL, 1866, I, p. 94.

¹¹¹ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 95.

¹¹² Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 95.

¹¹³ HAECKEL, 1963 [1904].

e toda a verdadeira filosofia é uma ciência natural; nesse sentido toda ciência é filosofia da natureza [*Naturphilosophie*]"¹¹⁴.

Segundo Haeckel, há três pares de opostos que se reconciliam através do monismo e que devem necessariamente completar-se para a construção da ciência: experiência e filosofia; análise e síntese; indução e dedução¹¹⁵. Colocados em oposição de modo artificial esses pólos de cada um dos pares perdem sua capacidade de contribuir na via do conhecimento. A concepção monista, ao contrário, dissolve essa oposição aparente e restabelece a união desses pólos, o que é condição necessária da produção da ciência. Na base dessa visão encontra-se evidentemente a noção de que o próprio pensamento é parte integrante da natureza. Por outro lado, Haeckel aponta também três pares de opostos irreconciliáveis: dogmatismo e crítica; teleologia e causalidade ou vitalismo e mecanicismo; dualismo e monismo¹¹⁶. Segundo Haeckel, esses três pares de opostos se excluem mutuamente de modo necessário. A opção da ciência natural de cunho filosófico caminha junto a uma perspectiva crítica para o conhecimento, em busca de uma causalidade natural mecânica (eficiente)¹¹⁷ e com uma visão monista segundo a qual na natureza encontram-se todas as causas e condições necessárias para a produção dos seus efeitos.

Segundo Richards, o monismo de Haeckel constitui-se na espinha dorsal da sua morfologia evolucionista¹¹⁸. Dentre as influências que moveram Haeckel à adoção de uma posição monista, destaca-se a figura de Goethe. A obra de Goethe tem presença marcante no seu pensamento. A admiração de Haeckel ao pensamento de Goethe encontra-se expressa em inúmeros pontos de sua obra¹¹⁹. Haeckel inseriu, por exemplo, no início da sua *História da Criação Natural* um texto de Goethe intitulado *A Natureza* que inicia com as seguintes palavras: “A natureza! Cerca-nos e persegue-nos por toda parte; e nós somos impotentes, deste modo, seja para fugir ao seu abraço seja para conhecer a intimidade contida no seu interior”¹²⁰. Envolvida nessa expressão lírica, há uma visão de natureza do poeta-cientista que contém três idéias centrais que moveram e nortearam o pensamento de Haeckel no tocante às formas orgânicas e à natureza em geral. Na parte final desse trecho temos a idéia de busca do contato e do conhecimento

¹¹⁴ HAECKEL, 1866, I, p. 67

¹¹⁵ Idem, p. 63-88.

¹¹⁶ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 88-108.

¹¹⁷ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 95.

¹¹⁸ RICHARDS, 2008, p. 84.

¹¹⁹ Haeckel dedicou a Goethe o volume II da *Morfologia Geral* e inseriu extratos de seus poemas e pensamentos na abertura dos capítulos de diversas obras como a *História da Criação Natural*.

¹²⁰ HAECKEL, 1930 [1879], Texto de Abertura, p. v.

da natureza como uma necessidade e uma tarefa irrevogável, já que não se pode fugir ao seu contato. Ao mesmo tempo, essa idéia é complementada com a noção dos limites desse conhecimento já que nunca se chega à intimidade do seu interior. No início do trecho há, contudo, uma idéia ainda mais forte, a idéia de que a natureza nos envolve completamente e encontra-se presente em todas as dimensões do nosso ser (“persegue-nos por toda parte”). Como expresso na passagem, nosso pensamento tal qual o resto de nosso ser, encontra-se irremediavelmente envolvido pela natureza sendo sua parte integrante. Essa idéia de unidade de natureza tão cara a Goethe sugere por esse modo que a ligação entre natureza e pensamento está dada pelo fato de que o próprio pensamento encontra-se no seu interior. E ainda que ele não atinja devido a isso a sua intimidade, é essa ligação que abre as portas do conhecimento possível.

Um dos elementos centrais da visão de natureza de Goethe é a sua noção da animação de toda matéria. Segundo Haeckel:

A unidade de toda a natureza, a animação de todas as variedades da matéria, a íntima união da força espiritual e da matéria corporal, foi afirmada por Goethe ao dizer: “a matéria e o espírito não podem existir nem agir um sem o outro”, [... e, por isso] chegamos à convicção extremamente importante que todos os corpos conhecidos da natureza são igualmente “animados” e que a oposição anteriormente estabelecida entre o mundo dos corpos vivos e o dos corpos inanimados não tem razão de ser¹²¹.

Esta homogeneidade das propriedades fundamentais de toda matéria terão um peso importante na sua visão da continuidade entre o orgânico e o inorgânico. Não há abismos intransponíveis entre esses dois campos, não há para Haeckel domínios estanques na natureza. Além disso, fundamenta a possibilidade de uma ciência dos corpos orgânicos de cunho não teleológico. Mas essa noção de “animação” de toda matéria é, para Haeckel, uma condição para o entendimento também dos fenômenos da matéria inorgânica.

Como parte fundamental e essencial de um monismo puro, podemos aceitar, num certo sentido, a teoria dos átomos animados [de Empédocles]... Todas as mudanças, seja na natureza orgânica seja na inorgânica, não nos parecem verdadeiramente compreensíveis se considerarmos os átomos como pequenas massas de matéria morta

¹²¹ HAECKEL, 1930 [1879], p. 16-7.

(*todte Massetheilchen*), mas somente se as compreendermos como partículas elementares vivas (*lebendige elementare Theilchen*), dotadas de forças de atração e repulsão. O prazer e o desprazer, o amor e o ódio dos átomos não são mais do que expressões diferentes dessa força atrativa e repulsiva¹²².

O monismo de Haeckel é uma visão da unidade da substância natural manifestada nos atributos de matéria e força, cujas propriedades são suficientes para dar origem a todos os fenômenos naturais. Haeckel tratou em diversos pontos, de maneira ou mais ou menos indistinta, as propriedades dinâmicas da matéria como energia, força, atividade ou espírito, pretendendo indicar com isso, como Goethe, que esta natureza dinâmica da matéria era capaz de produzir todos os fenômenos naturais e vitais. Segundo tal visão, não há nada além dos constituintes físicos do mundo. A manifestação de atividade dos corpos deve-se à força ou energia interna à própria matéria. Essa propriedade dinâmica e seu substrato material constituem-se atributos de uma só substância. Alguns elementos do pensamento de Espinosa (1632-1677), um dos mais importantes filósofos racionalistas do período moderno, comparecem também nos escritos de Haeckel¹²³. Ela aparece em sua obra nas diversas passagens em que discute a noção de unidade da natureza, na qual a substância aparece constituída desses atributos de matéria e energia. Segundo ele:

Esta universal substância, este “divino ser cósmico” mostra-nos dois aspectos de sua verdadeira essência, dois atributos fundamentais: a matéria (a substância-matéria que é infinita e extensa) e o espírito (a substância-energia, compreendendo tudo, que é pensante)¹²⁴.

Haeckel reinterpretou a noção de unidade geral da natureza de Espinosa que identifica a potência criadora divina à própria natureza (*Deus sive Natura*). Desse modo ele partiu da noção espinosana dos atributos substanciais da extensão e pensamento, e converteu-os na noção de substância composta indissolúvelmente por matéria e força (ou energia). Ele concebia a filosofia de Espinosa como um monismo que resolvia o problema da origem da atividade (Deus) distribuindo-a por todo o mundo físico

¹²² HAECKEL, 1919 [1893], p. 23-4; HAECKEL, 1893, p. 14.

¹²³ Tal influência da filosofia de Espinosa sobre Haeckel parece ser devida principalmente a Goethe, que expressou seu entusiasmo pela filosofia espinosana e dedicou um estudo a ela (*Studie nach Spinoza*, 1784-85).

¹²⁴ HAECKEL, 1919 [1893], p. 271-2.

(natureza) e, assim, evitando o “sobrenaturalismo”. De fato, Haeckel interpreta o monismo de Espinosa como um tipo de panteísmo, ao qual ele adere:

Devemos nos manter ligados firmemente e sem ambiguidades ao monismo puro de Espinosa: a *matéria* (como substância indefinidamente extensa) e o *espírito* ou energia (como substância que sente e que pensa) são os dois atributos fundamentais, as duas propriedades essenciais do ente cósmico divino, que tudo abraça, com a universal substância¹²⁵.

Enquanto postulado, a noção de unidade da natureza é indemonstrável. Mas, para Haeckel, tal noção é uma proposição geral da ciência da natureza que se impõe como necessária¹²⁶. Por meio da aceitação do postulado monista é possível construir teorias que explicam um grande conjunto de fenômenos com um número relativamente pequeno de princípios. Para dar prova da sua validade, Haeckel indicará o que ele chama de as bases científicas do monismo, os avanços das ciências modernas que justificam a aceitação da noção de unidade da natureza. Haeckel vai indicar tais casos na química e na física, através da teoria da conservação da matéria de Antoine Lavoisier (1743-1794) e das teorias da conservação da energia de Robert Mayer (1814-1878) e Hermann Helmholtz (1821-1894), que ele reúne sob o título geral de lei da conservação da substância.¹²⁷ Haeckel compreende a lei da conservação da matéria como o princípio segundo o qual “a soma de matéria que preenche o espaço infinito é constante”¹²⁸. Ele o considera como o axioma fundamental da química estabelecido por Lavoisier em 1789. Assim,

Quando um corpo parece desaparecer ele não faz senão mudar de forma. Quando o carbono arde, transforma-se, misturando-se ao oxigênio do ar, em ácido carbônico gasoso... Da mesma maneira, a matéria não faz senão mudar de forma quando um corpo parece produzir-se... Quando o ferro se enferruja, a camada superficial do metal

¹²⁵ HAECKEL, 1961 [1899], p. 27; Encontramos a manifestação expressa de Haeckel adesão ao panteísmo, por exemplo, em HAECKEL, 1919 [1893], p. 13.

¹²⁶ HAECKEL, 1919 [1893], p. 24.

¹²⁷ Haeckel desenvolveu extensas considerações sobre as leis de conservação da matéria e da energia nas obras *História da Criação Natural* (HAECKEL, 1930, Lição I), nos *Enigmas da Natureza* (HAECKEL, 1961 [1899], capítulo XII) e no *Monismo* (Haeckel, 1919 [1893], p. 82-91). É de se destacar que Herbert Spencer (1820-1903) desenvolveu importantes elaborações sobre estas teorias que vem a integrar de modo relevante os seus primeiros princípios da Filosofia Sintética, que aparecem nos seus trabalhos publicados entre a década de 1850 e início da década de 1860.

¹²⁸ HAECKEL, 1961 [1899], p. 268.

alia-se à água e ao oxigênio do ar para formar assim a ferrugem ou óxido de ferro hidratado. Em parte alguma da natureza nós vemos matéria nova produzir-se ou “ser criada”; em nenhuma parte vemos a matéria existente desaparecer ou ser aniquilada¹²⁹.

Do mesmo modo, em relação à lei de conservação da força (ou constância da energia), estabelecida, segundo ele, primeiramente por Mayer em 1842 e em seguida por Helmholtz¹³⁰, expressa o princípio segundo o qual “a soma de força que opera no espaço infinito e que produz todos os fenômenos é constante”¹³¹. Como não se verifica nos fenômenos naturais a produção ou a aniquilação de substância, essas leis, no âmbito da filosofia natural, abalam alguns dos mais importantes pilares sobre os quais se sustentam os dogmas da criação¹³².

O postulado do monismo atua de modo expresso como o fundamento último das elaborações de Haeckel. Ao lado desse postulado da unidade da natureza alia-se ainda o princípio da sua permanente transformação. Na visão de Haeckel, a noção de que toda a natureza encontra-se em evolução é o princípio complementar que subjaz a toda explicação dos fenômenos naturais. Assim, o que possibilita e dá sustentação ao empreendimento teórico da morfologia evolucionista são os princípios do monismo e do evolucionismo o qual verificaremos a seguir.

3.2. EVOLUCIONISMO

Junto ao postulado da unidade da natureza, localiza-se na base do pensamento de Haeckel o princípio geral de evolução da natureza. A natureza encontra-se em um processo de mudança que é permanente e tem caráter evolutivo. Essa evolução não se refere apenas aos organismos, mas é um fenômeno absolutamente geral. Uma das referências mais frequentes nos textos de Haeckel ao processo de evolução num sentido amplo é o que ele desenvolve em relação à chamada hipótese Kant/Laplace do processo de geração e desenvolvimento do sistema solar a partir de um caos gasoso. Formulada

¹²⁹ HAECKEL, 1961 [1899], p. 268.

¹³⁰ O físico britânico James P. Joule (1818-1889) chegou igualmente à teoria da conservação da energia em 1843.

¹³¹ HAECKEL, 1961 [1899], p. 268.

¹³² Isto implica para Haeckel a exclusão no domínio dos fenômenos naturais de explicações que envolvam qualquer recurso a forças supranaturais criadoras. Nestes termos a própria especulação sobre a possibilidade de um ato original criador está por definição excluída dos domínios da filosofia natural e é matéria exclusiva da religião (cf. HAECKEL, 1930 [1879], p. 6).

por Kant em 1755¹³³, essa hipótese cosmogônica explica em concordância com as demais teorias físicas conhecidas os processos físicos que levaram o universo de um estado caótico e relativamente homogêneo a uma situação de diferenciação através da condensação, de alterações de temperatura (arrefecimento) e de movimentos gerados pelas forças gravitacionais. Haeckel destaca que tal hipótese é “puramente mecânica ou monística, na medida em que invoca somente as forças inerentes à matéria e exclui qualquer fenômeno sobrenatural”¹³⁴. Segundo Martinez, “Ernst Haeckel é precisamente alguém que, como Spencer, propõe uma teoria que pretende explicar toda a mudança como parte de um processo evolutivo em escala cósmica”¹³⁵. Para Martinez, estes dois autores estão justamente entre os que identificaram evolução com progresso e tomaram sem questionamento este pressuposto metafísico, embora neste grupo estejam inclusos a maioria dos seus contemporâneos, com a quase totalidade dos demais darwinistas juntos¹³⁶. De fato, Spencer cria uma lei geral da evolução bastante elaborada, cujo sistema envolve os processos de desenvolvimento numa “marcha universal” englobando os fenômenos inorgânicos, orgânicos, humanos, sociais, políticos e assim por diante¹³⁷.

Segundo Haeckel, a evolução resultante de tais transformações estaria expressa em vários níveis e, de modo geral, ele estabeleceu quatro desses níveis de evolução ou desenvolvimento: o do universo (cosmogénia), da Terra (geogénia), dos seres vivos (biogénia) e do homem (antropogénia)¹³⁸. Logo na abertura da *História da Criação Natural*, Haeckel indicou a idéia de uma teoria da evolução universal (cósmica) que envolveria os níveis inferiores dos processos de evolução e, portanto, também o nível da evolução biológica:

Todavia a teoria da história natural exposta nesta obra [*Sobre a origem das espécies*, de Darwin], teoria designada pela curta denominação de darwinismo, não passa de um fragmento de uma doutrina mais ampla e compreensiva; quero me referir à teoria

¹³³ O cientista e filósofo sueco Emanuel Swedenborg (1688-1772) parece ter sido o primeiro a formular uma hipótese nebular de formação do sistema solar (Cf. BAKER, G. L., “Emanuel Swedenborg-An 18th century cosmologist”, *Phys. Teach.* 21, 441, 1983).

¹³⁴ HAECKEL, 1930 [1879], p. 237.

¹³⁵ MARTINEZ, S., “Sobre os conceitos de progresso e evolução”, in: *Historia y explicación en biología*, 1998, nota 22, p. 164.

¹³⁶ MARTINEZ, 1998, p. 165.

¹³⁷ Cf. TORT, 1996, p. 1424-5.

¹³⁸ Esse quadro de evoluções do cosmos até o homem encontra-se já expresso na *Morfologia Geral*, e foi retomado e desenvolvido nas edições da *História da Criação Natural* e na *Antropogénia*, reproduzido posteriormente em outras obras como os *Enigmas do Universo*.

universal da evolução, cuja importância abrange todos os domínios do conhecimento humano¹³⁹.

De acordo com Haeckel, a concepção de evolução do naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) teve papel importante para a difusão da idéia de que “toda a existência não é nada mais do que transformação”¹⁴⁰. De fato, como afirmou Coleman:

O notável esquema evolucionário de Lamarck postulava então o mecanismo pelo qual esta mudança impregnava o mundo orgânico. Elaborando uma forma característica de materialismo do século XVIII, Lamarck uniu a vida e a matéria por meio da ação de fluídos sutis (calor e luz) e dotou-a assim de “atividade”. A atividade fazia o organismo reagir ao ambiente... A noção de mudança que impregnava tudo explicava, para Lamarck, os muitos e evidentes começos a partir de uma escala progressiva e unilinear das criaturas vivas¹⁴¹.

As noções de “atividade” e de “mudança” garantem nesse esquema a unidade da natureza na medida em que tais propriedades estão distribuídas universalmente. Além disso, nesse universo em transformação não havia limites intransponíveis ou domínios não intercambiáveis. A noção de evolução geral da natureza, de caráter progressivo, é consequência da noção de unidade de um universo em transformação, no qual existem inúmeras potencialidades a serem realizadas.

A visão de um mundo em que as criaturas estão distribuídas numa escala gradual, consubstanciada na idéia de cadeia dos seres ou *scala naturae*, ligava-se também a uma noção de unidade do cosmos baseada na íntima ligação dos elos da cadeia¹⁴². Discutindo o princípio de plenitude que compõe a idéia de cadeia dos seres no contexto da temporalização, Lovejoy afirma:

O *plenum formarum* passou a ser concebido por alguns não como o inventário, mas como o programa da natureza, que estava sendo levado a cabo gradualmente e de maneira excessivamente lenta. Embora todos os possíveis exijam realização, ela não é

¹³⁹ HAECKEL, 1930 [1879], p. 1-2.

¹⁴⁰ COLEMAN, 2002, p. 118.

¹⁴¹ Idem, p. 118-9.

¹⁴² Cf. LOVEJOY, 2005 [1936], capítulo II que discute a gênese da idéia de cadeia dos seres, p. 32-70.

concedida a todos ao mesmo tempo [...] É somente para o universo em sua total extensão temporal que o princípio de plenitude é válido¹⁴³.

Originada numa perspectiva estática, a temporalização da escala dos seres abriu um caminho importante para o desenvolvimento da noção de transformação progressiva. Outro princípio que integra a idéia geral de cadeia dos seres e que se encontra igualmente ligado à noção de unidade do cosmos é o princípio de continuidade. A noção de continuidade integra de modo importante a visão de Haeckel sobre a natureza. Ponto de destaque nessa visão é sua concepção da continuidade entre o orgânico e o inorgânico. Deve-se destacar que para Haeckel a afirmação e a busca da ligação entre o inorgânico e o orgânico não era simplesmente uma consequência da extensão dos argumentos da teoria da evolução biológica, Com certeza esse era um aspecto importante, no sentido de tentar remontar as origens últimas da evolução orgânica. Mas, essa busca partia, principalmente, dos seus princípios gerais de unidade e evolução da natureza. É este ponto de partida mais amplo que preside e move sua busca pela comprovação do fenômeno da geração espontânea. Vimos que Haeckel considerava que o surgimento dos organismos e a manutenção da sua condição vital envolviam exclusivamente forças e constituintes naturais. Os seus componentes básicos eram da mesma natureza daqueles dos seres inorgânicos e os próprios processos internos da natureza possibilitam o surgimento dos organismos a partir de matéria inorgânica. Desse modo, Haeckel argumentará pela noção de abiogênese ou de geração espontânea (autogonia). Haeckel utiliza para a geração espontânea “absoluta” o termo *autogonie*, distinto de outro termo, *plasmogonie*, também usado na época para definir tal fenômeno, mas em bases relativas. Isso porque, para ele, a plasmogonia indicava, na verdade, um processo a partir do qual se buscava obter a geração de um organismo a partir de soluções de compostos orgânicos, ou seja, de matéria já orgânica. Ainda que os experimentos levados a cabo para tentar provar a existência da plasmogonia fossem relevantes (embora tenham sido frustrados), Haeckel destacava que o interesse crucial sobre a geração orgânica localizava-se na possibilidade da geração absoluta de organismos a partir de matéria inorgânica¹⁴⁴. Apesar das dificuldades envolvidas na

¹⁴³ LOVEJOY, 2005 [1936], p. 244-5.

¹⁴⁴ Cf. HAECKEL, 1930 [1879], p. 248-9.

comprovação empírica da existência de tais processos¹⁴⁵, Haeckel manterá a centralidade dessa afirmação, em acordo com sua perspectiva monística.

No âmbito da evolução biológica, Haeckel destaca as figuras de Goethe e Lamarck¹⁴⁶ como os grandes defensores da idéia de transformação das formas orgânicas. Eles formam com Darwin o núcleo referencial das idéias evolucionistas. Segundo Haeckel, Lamarck foi o responsável pela primeira grande teoria da transformação das formas orgânicas, estabelecendo a conexão genealógica entre os diversos grupos orgânicos e sua origem comum a partir de formas simples num passado distante. Por outro lado, Darwin teria sido o responsável pela indicação das causas naturais da evolução, explicando a origem das espécies e sobre a sua diversidade e distribuição. Segundo ele, Darwin estabeleceu as funções da herança e da adaptação das formas orgânicas como as causas da evolução, demonstrando o modo como elas se combinavam com o mecanismo da seleção natural.

Como Darwin fundou a sua teoria da seleção natural na luta pela existência, e mostrou como, sob esta influência, as formas organizadas submetem-se a uma lenta e constante transformação, ele foi bem além de Lamarck, e ensinou-nos a reconhecer as verdadeiras causas efetivas dos fatos ensinados por Lamarck: as mudanças vêm através da herança e da adaptação¹⁴⁷.

São as relações genealógicas e a ancestralidade comum que explicam a concordância de estrutura das diferentes formas orgânicas. A estrutura básica de uma forma orgânica se expressa na sua descendência por meio da ação conservadora da função orgânica da herança, e que se manifesta por meio da função da reprodução. Por outro lado, a ação divergente da função orgânica da adaptação, ligada à função da nutrição, ao reagir às condições do meio externo, produzirá a diferenciação e a especialização. A necessidade de adaptação produz mudanças morfológicas que causam o gradual distanciamento da descendência em relação à forma de seus ascendentes. Desse modo, a gênese das formas orgânicas podia ser interpretada a partir do seu

¹⁴⁵ Thomas Huxley sustentou que havia obtido resultados positivos na sua investigação sobre organismos elementares (moneras) surgidas por geração espontânea. Ele denominou as moneras descobertas por ele de *Bathybius haeckelii* (cf. HAECKEL, *História da Creação Natural*, 1930 [1879], p. 309-11). A descoberta foi questionada e por fim refutada. Malgrado esse insucesso na confirmação empírica do *Bathybius*, Haeckel sustentou a sua concepção teórica geral e prosseguiu na defesa da existência das moneras e da autogonia (Cf. BIZZO, 2001, p. 59-70).

¹⁴⁶ Cf., por exemplo, HAECKEL, 1930 [1879], p. 4, 25 e particularmente para Goethe p. 65-7.

¹⁴⁷ HAECKEL, 1874 [1873], p. 145.

processo evolutivo. Esta perspectiva materialista do evolucionismo darwinista interpretava o organismo não como a realização de uma forma transcendente, mas como o resultado de um processo histórico de mudanças graduais.

Para Haeckel o valor de uma teoria científica se afere “pelo número e importância dos assuntos que esclarece e pela simplicidade e generalidade das causas invocadas para servir de base à explicação das suas doutrinas” ¹⁴⁸. Tomada a ciência nesse sentido, o darwinismo é comparável à teoria da gravitação de Newton¹⁴⁹. Haeckel crê que tal comparação não é exagerada, na medida do amplo conjunto dos fenômenos do mundo orgânico que são explicados por meio da teoria de Darwin. Dentre tais fenômenos, incluem-se “as mudanças de forma ligadas ao desenvolvimento dos organismos individuais”, “os órgãos rudimentares”, “a distribuição geográfica dos animais e das plantas”, os fenômenos que se explicam pelas “leis gerais da anatomia comparativa”, incluídas aí a “lei da divisão do trabalho ou de diferenciação (polimorfismo)” e a “lei da evolução progressiva” ¹⁵⁰. Para Haeckel, num sentido lato pode-se afirmar que “a doutrina genealógica permite, pela primeira vez referir a uma só lei o conjunto de todos os fenômenos orgânicos da natureza e assinalar uma única causa ao mecanismo infinitamente complexo deste mundo de fenômenos tão variáveis” ¹⁵¹. Acima de tudo, o evolucionismo é a chave para a explicação científica do “santo enigma” das formas do mundo orgânico¹⁵².

Haeckel se refere com essa última expressão ao problema da origem das espécies, mas podemos dizer de um modo geral que o problema da explicação das formas orgânicas relaciona-se, para ele, a três ordens de fenômenos. A recorrência reiterada da forma, seja em indivíduos da mesma espécie, seja entre indivíduos de espécies distintas do mesmo ramo ou de ramos distintos. Depois, o fenômeno da mudança das formas, seja em relação às mudanças que podem ser diretamente observadas, como no desenvolvimento, metamorfose, criação artificial de variedades orgânicas, seja referente às mudanças que não diretamente observáveis, mas que se podem estabelecer por meio de teorias bem fundadas. Por fim, o fenômeno da diversidade ou variedade das formas animais e vegetais. O fato de que tal variedade pode em diversos sentidos ser referida a algum tipo de unidade geral ou a certos

¹⁴⁸ HAECKEL, 1930 [1879], p. 18.

¹⁴⁹ Idem, p. 18-9.

¹⁵⁰ Idem, p. 19-20.

¹⁵¹ Idem, p. 20.

¹⁵² Idem, p. 20.

agrupamentos amplos, possibilita que as formas animais e vegetais sejam ordenadas e classificadas por critérios naturais ou artificiais. Essas três ordens de fenômenos podem ser associadas de diversos modos, sendo que o próprio darwinismo é, segundo Haeckel, uma tentativa de uma solução conjunta para sua explicação. Outros modos anteriores ao darwinismo de lidar com tais séries de fenômenos ou com algumas delas em particular foram desenvolvidos a partir das noções de arquétipo, *Bauplan* (plano de construção) e tipo, enquanto uma forma ou idéia que organiza os corpos de animais e plantas. Já tocamos em aspectos desse ponto, mas dada a importância que direta ou indiretamente tais noções exerceram sobre a própria noção de forma orgânica de Haeckel, dedicarmos-nos a seguir de modo mais direto ao seu estudo.

3.3. AS NOÇÕES DE ARQUÉTIPO, *BAUPLAN* E TIPO

Goethe elaborou uma noção de arquétipo como o tipo primitivo por meio do qual se compreende a formação dos corpos organizados. Uma ampla concepção de natureza e evolução orgânica preside a sua proposta de uma ciência da morfologia dedicada ao estudo das leis que regem as formas orgânicas. Na obra de Goethe *A metamorfose dos animais*, de 1819, sua visão encontra-se assim expressa:

Todas as partes modelam-se segundo leis eternas e toda a forma, por mais extraordinária, tem em si o tipo primitivo. A estrutura do animal determina-lhe os hábitos e o estilo de vida, por sua vez, reage poderosamente sobre todas as formas. Pelo exposto, revela-se a regularidade do progresso, que tende para as mudanças sob a pressão do meio exterior¹⁵³.

O extrato indica algumas de suas noções centrais acolhidas no pensamento haeckeliano, como a noção de progresso e a da combinação das leis internas e externas ao organismo atuando de modo a reger o processo de mudança da forma orgânica. Segundo Russell, Goethe foi o primeiro a fixar os princípios essenciais da morfologia¹⁵⁴ e foi nos seus ensaios de anatomia comparativa, de 1795, que apresentou uma clara expressão destes princípios. Ele escreveu:

¹⁵³ Goethe *apud* HAECKEL, 1930 [1879], p. 65.

¹⁵⁴ Cf. RUSSELL, 1916, p. 45.

Nesse sentido, faz-se aqui uma tentativa de chegar a um tipo anatômico, uma configuração geral na qual as formas de todos os animais estejam contidas em potência e, por meio das quais, possamos descrever todos os animais de modo invariável¹⁵⁵.

O tipo anatômico é um esquema abstrato que permite o estudo de todos os animais e suas partes, concebido como uma configuração geral que contém em potência as formas efetivamente apresentadas por eles. Seu conceito de unidade de plano para a anatomia comparativa assenta-se nessa noção de tipo¹⁵⁶. Para Russell, ao lado dos critérios de comparação das formas orgânicas, utilizados pela anatomia comparativa ao longo da história, esteve sempre subjacente, de modo consciente ou não, uma visão de plano comum da estrutura. Ainda segundo ele, a novidade conceitual nessa formulação é que o tipo ou esquema geral abstrato proposto por Goethe não dependia e nem procurava a sua referência em nenhuma forma orgânica particular, enquanto que os anatomistas tinham utilizado a própria estrutura do homem como ponto de partida comparativo¹⁵⁷.

A teoria da forma de Goethe estava dirigida ao problema da dinâmica e da mudança das formas e, assim, a noção de metamorfose era central em seus trabalhos. A obra de Goethe como naturalista que maior influência exerceu sobre o pensamento de Haeckel foi a *Metamorfose das plantas*, trabalho que procurou estabelecer a forma básica dos vegetais. Goethe explica nesse trabalho que não utiliza o termo forma (*Gestalt*) no sentido simples daquilo que designa a “complexidade existente de um ser real” já que as formas, em particular as orgânicas, não se encontram como formas subsistentes, mas sim flutuando em contínuo devir¹⁵⁸. Por isso ele utiliza a expressão forma no sentido de formação (*Bildung*), que designa tanto o produto como o que está em via de produzir-se e acrescenta que “uma vez que queremos introduzir uma *Morfologia*, não devemos falar de formas, e se usamos essa palavra será pensando apenas numa idéia, numa noção ou em algo que se fixa na experiência somente durante um momento”¹⁵⁹. Estudando as diversas mudanças atravessadas pela planta no seu desenvolvimento, Goethe analisou e interpretou tais mudanças como uma metamorfose

¹⁵⁵ Goethe *apud* RUSSELL, 1916, p. 46

¹⁵⁶ Cf. RUSSELL, 1916, p. 45.

¹⁵⁷ Cf. RUSSELL, 1916, p. 46-47.

¹⁵⁸ GOETHE, 1997 [1782], p. 7.

¹⁵⁹ Idem, p. 7.

que se realizava a partir de uma única forma fundamental, a *Urpflanze* ou planta primordial. Haeckel comenta do seguinte modo esta proposta de Goethe:

Dos escritos de Goethe que se referem à natureza orgânica, a obra *Metamorfoses das Plantas* é o mais célebre... Nessa obra aparece claramente o dado fundamental da teoria da evolução, uma vez que Goethe procura demonstrar a existência de um órgão fundamental único, cujo desenvolvimento e cujas metamorfoses variadas possam explicar a origem de todas as formas do reino vegetal: esse órgão é a folha [...] Goethe demonstrou que, para compreender a totalidade do fenômeno, primeiro era preciso comparar, depois encontrar o tipo simples, a forma primitiva, o tema de que as outras formas seriam somente variedades infinitamente numerosas¹⁶⁰.

O destaque dado por Haeckel ao modelo de tipo primitivo de Goethe deve-se a sua capacidade de aplicação aos seus próprios estudos comparativos, na medida em que ele fornece um caminho para a localização da forma básica a partir da qual se dá o desenvolvimento e a evolução dos organismos. Evidencia-se com isto a forte ligação da perspectiva goetheana com o próprio projeto de Haeckel de uma compreensão geral do reino animal a partir da descoberta do tipo primitivo dos metazoários, a gastrea. É nesse sentido também que, tal qual Goethe, Haeckel compreenderá que essa forma geral (“o tipo”, “o tema”) tem uma dimensão abstrata, embora represente o fenômeno da formação orgânica em bases eminentemente naturais.

No sentido de montarmos um quadro mais geral da concepção de Goethe, reproduzimos abaixo, em forma adaptada, o quadro esquemático das principais ideias morfológicas do autor, produzido por Papavero e Llorente-Bousquets.

Síntese esquemática da morfologia de Goethe

- 1- Os gêneros de um grande grupo, tal como uma família ou uma ordem, apresentam algo na natureza de suas variações que se conforma com um plano comum.
- 2 - As diversas partes da planta são apenas modificações das folhas.
- 3 - Os então chamados cotiledôneos das plantas com flores, e que dão os nomes aos dois grandes grupos, Monocotiledôneas e Dicotiledôneas, são de fato as primeiras folhas produzidas pela planta jovem¹⁶¹.

¹⁶⁰ HAECKEL, 1930 [1879], p. 61.

¹⁶¹ Cf. PAPAVERO, N. e LLORENTE-BOUSQUETS, 2007, seção CXXIX.

Goethe formula, deste modo, uma proposta abrangente sobre as leis que regem a morfologia vegetal. O seu ponto de partida é quanto ao tipo de identidade existente no interior de grandes grupos como as famílias e ordens. Os gêneros ou outros grupos inclusos num grande grupo dado apresentam variações que lhes conferem sua identidade particular. Porém, malgrado essa identidade particular eles podem ser concebidos no interior do grande grupo na medida em que algo na natureza de suas variações é conforme a um plano comum. A possibilidade e o modo de identificar esse plano comum constituem um problema. Os parâmetros utilizados para a definição do plano comum variaram ao longo do tempo e uma solução arbitrária dessa definição não constitui propriamente uma solução¹⁶². Apreender esse plano comum que dá unidade ao grande grupo e a natureza das variações dos gêneros é uma necessidade para a classificação e uma tarefa da morfologia.

O segundo ponto do quadro refere-se ao objeto principal da obra, a saber, mostrar que na formação da planta as suas partes aéreas são modificações das folhas. Esse é o modo como Goethe pretende contribuir à resolução do problema referido no ponto um na medida em que ele define a folha como arquétipo da planta. Segundo ele, com a observação do crescimento das plantas somos advertidos quanto ao “caminho regular da natureza e aprenderemos a conhecer as leis da transformação, pelas quais ela produz uma parte mediante a outra, e apresenta as mais diversas formas por modificação de um mesmo órgão”¹⁶³. No terceiro item do quadro, indica-se que Goethe pretende acompanhar o processo de formação da planta do modo mais completo possível. Sua proposta é de “seguir a ordem sucessiva do crescimento das plantas” e, desse modo, poder “dirigir a sua atenção ao momento em que a planta se desenvolve a partir da semente”¹⁶⁴. No sentido de compreender toda a formação até o seu grau mais avançado indica-se que ele opta por estudar as plantas superiores, designadas hoje como as angiospermas ou magnoliófitas. De fato, no caso desse grupo (“monocotiledôneas e dicotiledôneas”), os indivíduos atingem o estágio máximo do desenvolvimento e complexidade orgânica vegetal. Os membros desse grupo formam flores típicas e folhas reprodutoras, os carpelos, que se fecham e formam um vaso, no qual as sementes se desenvolvem. Posteriormente parte do carpelo se transforma em fruto. Deste modo,

¹⁶² GOETHE, 1997 [1782], p. 21 e 27-8.

¹⁶³ Idem, p. 30.

¹⁶⁴ Idem, p. 33.

Goethe podia acompanhar todos os passos do desenvolvimento desde as primeiras folhas, os cotilédones, até os frutos. Abaixo apresentamos dois esquemas da *Urpflanze* de Goethe:

Figura 10. À esquerda, a figura do *Urpflanze*, a planta arquetípica de Goethe. A figura mostra as variações da forma da folha segundo as quais ele interpretou as partes da flor: de cima para baixo são exibidos os estigmas dos carpelos, depois as paredes do carpelo, os cotilédones, os estames típicos, a pétala, a sépala, dentre outras formações. À direita, um esquema da formação inicial de uma dicotiledônea exposta em quatro estágios (A, B, C e D, em sentido anti-horário). No estágio ‘A’ está a semente exibindo os dois cotilédones. ‘B’ mostra o início da germinação, com o desenvolvimento dos cotilédones, do hipocótilo e da radícula. Em ‘C’ os cotilédones irrompem já como as primeiras folhas da planta, enquanto a radícula transforma-se em raiz primária (Pw). O quarto estágio ‘D’ mostra o desenvolvimento de sucessivas folhas e gomos (w), mais o gomo terminal (Gk) na parte superior. A imagem à direita mostra parte de uma gravura com a representação do *Urpflanze* elaborada por Pierre Jean François Turpin a partir da descrição de Goethe. Extraída de Albus, A. *Die Kunst der Künste. Erinnerungen an die Malerei*, Frankfurt am Main, Eichborn Verlag, 1997, p. 374. A imagem à esquerda está em: Troll, W., *Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie. Ein Hilfsbuch für den botanischen Unterricht und für das Selbststudium, Teil I: Der vegetative Aufbau*. 1954, G. Fischer, Jena.

Goethe oferece uma descrição da planta iniciando pelos primeiros órgãos, as folhas seminais ou cotilédones, que de um estado “frequentemente informe” se modifica gradativamente até tornar-se uma “autêntica folha” ¹⁶⁵. Discorrendo sobre o desenvolvimento das folhas, ele explica, porém, que “se não se pode pensar uma folha

¹⁶⁵ GOETHE, 1997 [1782], p. 33-4.

sem nó, nem um nó sem gomo, deveremos concluir que o ponto em que os cotilédones estão fixados será o primeiro ponto nodal da planta” ¹⁶⁶. Ele percorre então a formação da planta a partir desse ponto gerador inicial mostrando as transformações que de órgão a órgão levam até a produção dos frutos e das sementes. Ele resume ao final esse processo afirmando que o crescimento da planta é uma espécie de reprodução sucessiva que ocorre por meio de uma sequência de desenvolvimentos individuais. Ele concebe essa formação como o resultado de uma força gerativa que age de modo permanente e que é, por isso, distinta do tipo de reprodução em sentido ordinário que ocorre por meio das flores e frutos, a qual se dá “de um só golpe” ¹⁶⁷. Goethe conclui que:

A planta pode crescer, florescer ou dar frutos, mas são sempre *os mesmo órgãos* que, em destinos e formas com frequência diversas, seguem as prescrições da natureza. O mesmo órgão que se expande no talo como folha e toma as mais diversas formas, volta a expandir-se nas pétalas, se contrai nos órgãos reprodutores e volta a se expandir, por último como fruto¹⁶⁸.

Deste modo, a metamorfose das plantas é uma sequência de formações sucessivas que têm como origem última as folhas primordiais. Esses pontos de sua morfologia seriam ainda ampliados e aprofundados em duas obras publicadas em 1795 e 1807, respectivamente, *Esboço preliminar de uma introdução geral à anatomia comparativa* e *Formação e transformação da natureza orgânica*¹⁶⁹. Dentre as principais idéias de Goethe que marcaram o pensamento de Haeckel destaca-se certamente a sua noção de um fluxo contínuo de transformação na natureza, o que permite compreender as relações entre as formas e o seu processo de mudança. De igual valor é sua concepção de que o sentido último da forma só pode ser captado no seu processo dinâmico. Para Goethe a identificação da planta primordial (*Urpflanze*) com as folhas seminais (cotilédones) é antes um recurso visual do que propriamente a atribuição do papel formativo a um órgão concreto. A folha seminal “encarna” o papel abstrato da forma primordial em seu fluxo contínuo. Por fim, deve-se lembrar que Goethe manifestou o desejo de estender essa abordagem também aos animais: “E como antes já havia buscado a planta originária (*Urpflanze*), tratava-se assim agora de encontrar o

¹⁶⁶ Idem, p. 34.

¹⁶⁷ Idem, p. 70-1.

¹⁶⁸ Idem, p. 71-2.

¹⁶⁹ *Erster Entwurf einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende; e Anatomie Bildung und Umbildung organischer Naturen*; cf. PAPAVERO, N. e LLORENTE-BOUSQUETS, 2007, seção CXXIX.

animal originário (*Urthiere*), isto é, o conceito ou idéia de animal”¹⁷⁰. Nesse sentido, embora não com esse alcance, é que ele desenvolverá a sua teoria vertebral do crânio. Parece certo que a sugestão de Goethe teve um importante impacto em Haeckel, em relação à sua busca da forma básica dos metazoários.

Segundo Cassirer, a teoria da metamorfose de Goethe influenciou de modo fundamental o desenvolvimento da biologia. O chamado “príncipe dos poetas” devia ser considerado na sua perspectiva “um dos verdadeiros iniciadores da teoria da evolução”, embora não um precursor do darwinismo¹⁷¹. Para esse autor, a concepção de natureza de Goethe exhibe traços peculiares e originais, inclusive com uma visão particular sobre o processo de investigação da natureza¹⁷². Cassirer entende que a relação entre o ser e o devir será resumida por Goethe no conceito de *Gestalt*, o qual se torna um conceito biológico fundamental em sua obra. Ele prossegue afirmando que esse conceito apresenta certa afinidade com o conceito de *tipo* do eminente naturalista francês George Cuvier (1769-1832), que elaborou as leis da anatomia comparativa. Na mesma direção, no entender de Radl, as investigações morfológicas de Cuvier estavam, de fato, baseadas no suposto geral de que a forma e a função do animal representavam uma unidade indissolúvel e que a união das partes e das funções do organismo podia ser perscrutada na sua regularidade. Assim, a sua teoria da correlação das formas, na qual o animal é concebido como um sistema integrado, a união estrutural do corpo é pensada em conjunto com a cooperação das atividades do corpo segundo relações regulares¹⁷³.

Para Cassirer há pontos importantes de convergência nas posições de Goethe e Cuvier quanto à noção básica de tipo. Ambos atribuíam centralidade à noção de forma e concentravam sua atenção no seu dinamismo próprio¹⁷⁴. Por outro lado, segundo ele o conceito de *Gestalt* formula-se justamente como uma forma de superação da rigidez

¹⁷⁰ GOETHE, 1997, 17.

¹⁷¹ CASSIRER, 1993, p. 171-72.

¹⁷² Segundo Cassirer, para Goethe o método de investigação se estabelece por uma relação peculiar entre “ideia” e “experiência”. A “lei imanente” da natureza toma corpo para o verdadeiro naturalista na forma de uma relação de *representação ideal* ou “simbólica”, e não por dedução ou por indução. Afirma Goethe que “o particular se acha eternamente sujeito ao universal; o universal tem que se submeter eternamente ao particular” (Cassirer, p. 180). As concepções de Goethe sobre a prática científica serão uma influência direta sobre Johannes Müller na formulação do método que denominou significativamente de “empirismo conceitual”. Haeckel discutirá em inúmeras passagens de sua obra a importância da aplicação deste método que, segundo ele, unia num todo indissolúvel a investigação rigorosa e a especulação (cf., por exemplo, HAECKEL, 1866, I, capítulo X; HAECKEL, *História da Creação Natural*, 1930 [1879], p. 59-60).

¹⁷³ Cf. RADL, 1988, II, p. 306-7.

¹⁷⁴ Cassirer sugere que esta proximidade de aspectos das concepções de Goethe e Cuvier pode ter restado obscurecida. (cf. CASSIRER, 1993, p. 172). É bem conhecida a diferença de visões entre ambos em relação à questão da evolução das espécies, da qual Goethe era partidário. Como se sabe, Cuvier expressou de modo incisivo sua oposição a tal concepção no seu famoso debate com St. Hilaire.

geométrica do conceito de tipo. Cassirer explica que há uma distinção fundamental entre o conceito de *Gestalt* de Goethe e o conceito de tipo cuvieriano:

[A *Gestalt* distingue-se do ‘tipo’ pelo] fato de pertencer, de certo modo, a outra *dimensão*. O tipo, tal como o concebem Cuvier ou De Candolle, poderia representar-se por um esquema no espaço, no abstrato das formas singulares, senão plasmado em um modelo espacial em que perderíamos as relações de situação que reaparecem uniformemente em uma determinada pluralidade de indivíduos. Mas, *apenas* por este caminho jamais poderíamos chegar a captar devidamente a forma biológica, a qual se move em outro terreno, e deve afirmar-se neste. E esta afirmação não pode consistir em sua quietude, pois a quietude numa forma de vida equivaleria a sua destruição¹⁷⁵.

Além do maior dinamismo pressuposto no conceito de *Gestalt* de Goethe em relação ao de ‘tipo’ de Cuvier, Cassirer aponta aqui o modo peculiar como o naturalista alemão concebeu as relações entre o ser e o devir por meio da mutabilidade da forma, formulando um conceito particular de *tipo* cuja flexibilidade e mobilidade múltipla, identificam-no com um “verdadeiro Proteu”¹⁷⁶. Apesar desta ênfase no caráter de mobilidade da forma dado por Goethe, Cassirer adverte que o seu conceito de “gênese” é dinâmico, mas não histórico. Isso impediria a sua simples identificação com qualquer das variações das “teorias da descendência”¹⁷⁷. Esta questão é de particular relevo, pois aponta para o problema da extensão na qual se poderia aplicar o dinamismo da forma concebido por Goethe. Ainda que esta seja uma possível consequência de sua visão, Cassirer assinala que, em princípio, a própria teoria da metamorfose de Goethe não se coloca como comprometida com o problema da sucessão histórica dos fenômenos da vida, na medida em que ele crê o processo de transformação da *protoforma* é antes uma gênese ideal do que real¹⁷⁸.

A interpretação de Radl é diferente em relação a isto. Por um lado enxergou também a disseminação de uma concepção genética geral na primeira metade do século XIX. Tal concepção envolvia a noção de desenvolvimento progressivo de um plano e a idéia de existência de processos dinâmicos fundamentais na natureza. Do mesmo modo ele também concebe que o conceito de metamorfose de Goethe identificava-se com a

¹⁷⁵ CASSIRER, 1993, p. 173-4.

¹⁷⁶ Cf. CASSIRER, 1993, p. 183.

¹⁷⁷ Cf. CASSIRER, 1993, p. 184.

¹⁷⁸ Cf. CASSIRER, 1993, p. 184-5.

noção de evolução¹⁷⁹. Mas, segundo este historiador da biologia, prevaleceu na visão morfológica do período (incluindo a de Goethe) uma perspectiva mais formal do que dinâmica¹⁸⁰. A idéia de buscar pelas forças “gerais” que produzem formas teria afastado a possibilidade de formulação de uma proposta propriamente fisiológica ou biológica. Devido a isto, a conexão da fisiologia com a morfologia acabou por significar uma fusão que acabava por encobrir “a contradição entre o critério morfológico e o dinâmico, utilizando uma terminologia dinâmica para a descrição de formas”¹⁸¹.

A visão de Cuvier também implicará numa busca pelas leis gerais da forma. Nesse sentido ele formulou o princípio da correlação de partes que afirmava uma interdependência mútua fundamental entre as funções e as partes do organismo¹⁸². Segundo Russell, isto implicava num uso da teleologia em sentido kantiano¹⁸³ e o seu uso da noção de *tipo* ou *Bauplan* parece também ter a influência de Kant, o qual postulava uma idéia ou plano como princípio de inteligibilidade para a compreensão dos corpos orgânicos¹⁸⁴. Os estudos de Cuvier em anatomia comparativa estabeleceram uma nova compreensão da forma orgânica dos animais e da zoologia sistemática. Segundo Haeckel:

Cuvier [comparativamente a Lineu] entrou mais profundamente na organização essencial; fez repousar a ciência e a classificação nos caracteres principais e decisivos constatados na estrutura interna dos animais. Ele agrupou as famílias naturais em classes de animais e baseou a sua taxonomia natural do reino animal na anatomia comparativa [...] [Além disso], Cuvier demonstrou que se devia dividir o reino animal em quatro grandes grupos naturais, ramos ou tipos principais: os vertebrados, os articulados, os moluscos e os radiados [...] Provou também que em cada um desses ramos existe visivelmente um plano de estrutura próprio¹⁸⁵.

Haeckel indica nesta passagem a primazia do método de classificação natural de Cuvier em oposição à classificação artificial de Lineu¹⁸⁶ e os efeitos da aplicação da

¹⁷⁹ Cf. RADL, 1988, II, p. 26-8.

¹⁸⁰ Cf. RADL, 1988, II, p. 41-46.

¹⁸¹ Cf. RADL, 1988, II, p. 42.

¹⁸² Cf. MAYR, 1998, p. 213-4.

¹⁸³ RUSSELL, 1916, p. 34-5.

¹⁸⁴ RICHARDS, 2008, p. 121.

¹⁸⁵ HAECKEL, 1930 [1879], p. 38-9.

¹⁸⁶ Apesar de reconhecer o extraordinário progresso realizado por Lineu na história natural descritiva principalmente em função da sua proposição de uma classificação sistemática dos animais, Haeckel

anatomia comparativa para classificação. Nessa direção, teve papel importante a sua divisão do reino animal em quatro grupos principais segundo a sua referência a um plano de estrutura característico. Os quatro grupos principais do sistema dos animais definidos por Cuvier com base na noção de plano de estrutura são: os radiados, os moluscos, os articulados e os vertebrados. Radl sintetizou do seguinte modo a noção de Cuvier do plano de estrutura e o seu modo geral de funcionamento:

Toda espécie animal, em sua opinião, está formada segundo um plano particular, assim como toda figura regular responde a um plano, a uma lei, pela qual justamente é regular. Este plano varia de uma espécie a outra. Assim como os indivíduos da espécie, também todas as espécies de um gênero têm um plano comum, isto é, algo de comum e regular em sua estrutura; e, da mesma maneira, também os gêneros de uma ordem e as ordens de uma classe¹⁸⁷.

A noção do plano de estrutura ocupou um lugar de destaque nos estudos morfológicos de Haeckel. Ele reconheceu expressamente que os estudos de anatomia comparativa e depois de embriologia comparativa tinham feito avançar a compreensão geral sobre a organização animal e quanto às relações entre os grandes grupos. A noção de plano estrutural ou tipo ideal possibilitou a aplicação de um método consistente para o estabelecimento de homologias entre as partes corporais de organismos de diferentes espécies, isto é, as relações de semelhança entre as partes corporais comparadas podiam ser tomadas como expressando uma correspondência real. Esta era, de fato, a base material para a comparação. Tal correspondência era considerada válida na medida em que tais partes (nas espécies consideradas) ocupavam a mesma posição no plano estrutural. Este era o critério topológico para a definição da natureza das partes numa estrutura corporal expresso pelo princípio de conexão das partes de Geoffroy Saint-Hilaire. Segundo Papavero e Llorente-Bousquets, foi com base no princípio de conexão das partes de Saint-Hilaire, em associação com a teleologia de Cuvier e a noção de repetição serial das partes de Lorenz Oken, que Richard Owen estabeleceu a primeira tentativa de definição e classificação dos conceitos de homologia e analogia¹⁸⁸.

criticará o método artificial do sistema lineano, que se expressa no seu uso de uma só parte do organismo como caráter de classificação (cf. HAECKEL, 1930 [1879], p. 29-30).

¹⁸⁷ RADL, 1988, II, p. 308.

¹⁸⁸ Cf. PAPAVERO, N.; LLORENTE-BOUSQUETS, 1996, p. 1-7.

Nessa direção Haeckel destacou o fato de von Baer ter alcançado através da embriologia comparativa basicamente as mesmas conclusões de Cuvier. Os mesmos quatro grupos de animais referidos aos planos de construção (*Baupläne*) fundamentais. Os quatro ‘tipos’ gerais de von Baer, correspondentes aos de Cuvier, eram os seguintes: o tipo periférico (radiados), o tipo maciço (moluscos), o tipo longitudinal (articulados) e o tipo bissimétrico (vertebrados). Os quatro tipos de von Baer são estabelecidos no desenrolar da embriogênese. Assim, no tipo periférico (radiados) o desenvolvimento parte de um ponto central e se irradia, no tipo maciço (moluscos) o desenvolvimento origina partes enroladas em forma cônica ou em outra classe de formas, no tipo longitudinal (articulados) o embrião possui dois pólos e simetria bilateral, e nos bissimétricos (vertebrados) o embrião é bilateralmente simétrico e os órgãos se dispõem em ambos os lados do corpo¹⁸⁹.

Von Baer havia estabelecido que, durante a embriogênese dos organismos pertencentes a um mesmo grupo, pode-se verificar de modo evidente a presença da forma principal característica (*Bauplan*) do grupo. Além disso, ele havia apontado que a coincidência de forma era tão expressiva nas fases iniciais da embriogênese que chegava a ser impossível distinguir os germes das distintas espécies dentro de um mesmo grupo. Depois, progressivamente eles se afastavam da forma básica do tipo. Assim, como sintetizou Radl:

Segundo Baer, todos os animais se desenvolvem de tal maneira que, a princípio, se formam os traços fundamentais de seu tipo; mais tarde vão diferenciando-se mais e mais; o embrião possui sucessivamente, a princípio só as propriedades do tipo, logo as da classe, da ordem, da família, do gênero e da espécie, até que aparecem finalmente, as qualidades individuais; o embrião, por exemplo, primeiro é vertebrado, depois ave, ave terrestre, galináceo, frango, galinha de certa classe e cor¹⁹⁰.

Mas as semelhanças dos embriões constituíram-se numa fonte importante de ideias e de concepções sobre as relações entre as espécies e sobre a organização do sistema da natureza. Para ilustrar tal questão, introduzimos a seguir o famoso quadro comparativo de Haeckel¹⁹¹ de embriões de vertebrados em três distintos estágios:

¹⁸⁹ Cf. RADL, 1988, II, p. 58.

¹⁹⁰ RADL, 1988, II, p. 57-8.

¹⁹¹ As imagens de embriões produzidas por Haeckel foram amplamente difundidas e ganharam grande notoriedade. Elas foram também alvo de um grande número de ataques e de contestações que acusavam

Figura 11. As imagens representam embriões de diferentes vertebrados dispostos nas fileiras horizontais; todos eles são exibidos em três fases sequenciais da embriogênese (fileiras verticais) sendo que o sentido do seu desenvolvimento está dado de cima para baixo. Da esquerda para a direita temos: peixe, salamandra, tartaruga, galinha, porco, bezerro, coelho e homem. Na linha superior, que apresenta os embriões numa fase mais próxima do início do desenvolvimento (I), pode-se observar a grande semelhança de forma dos oito vertebrados (HAECKEL, *Anthropogenie*, 1877, pranchas VI e VII).

O quadro mostra que nas fases iniciais do desenvolvimento de diferentes espécies de um mesmo grupo é possível apenas divisar a forma do tipo. A indicação empírica é consistente com a teoria de von Baer segundo a qual há uma forma do tipo vertebrado. A organização dos indivíduos de cada espécie se dá em torno dessa forma geral. Segundo Haeckel, a teoria dos tipos de Cuvier e de von Baer, ao estabelecer os planos de construção dos quatro grupos fundamentais como absolutamente distintos e irreduzíveis, trouxe duas consequências para a visão do sistema dos animais. A primeira

Haeckel de falsificação, pois ele supostamente teria alterado os desenhos para garantir as semelhanças dos embriões. Richards realiza uma análise crítica do sentido e conteúdo desta controvérsia (Cf. RICHARDS, 2008, p. 278-312).

consequência de caráter positivo era que a organização do sistema animal passou a ser claramente estabelecida de modo ramificado e não numa série única linear, negando as concepções ligadas ao modelo de cadeia do ser¹⁹². Haeckel concordava que a forma básica de cada um dos quatro grandes grupos dos animais não podia ser reduzida a qualquer uma das outras, pois não havia nenhuma relação de derivação entre elas e, nesse sentido, elas não podiam ser dispostas numa linha hierárquica. A noção de tipos representou uma superação da visão de que os organismos encontravam-se inseridos numa escala dispostos numa única linha progressiva¹⁹³. Por outro lado, Haeckel discordava francamente de que cada um dos grandes grupos animais era uma unidade estanque e que sua forma era irredutível em absoluto. Segundo Haeckel, era possível encontrar um plano estrutural ainda mais fundamental que funcionasse como uma base comum à forma de todos os quatro grupos animais definidos por Cuvier e von Baer¹⁹⁴, sendo esse o tema por excelência da teoria da gastrea.

4. A TECTOLOGIA OU TEORIA DA INDIVIDUALIDADE ORGÂNICA

Haeckel denominou sua teoria da individualidade orgânica de tectologia, ou ciência das estruturas. Procuraremos tratar aqui de três pontos principais dessa ciência. Primeiro, a distinção da individualidade orgânica em duas dimensões: uma morfológica e outra fisiológica. Segundo, a distinção de níveis de individualidade numa escala em seis graus sucessivos, de modo que um indivíduo de um determinado nível de individualidade é composto ou constituído por elementos ou indivíduos do nível imediatamente inferior. E, terceiro, a distinção da individualidade fisiológica em dois níveis, um atual e outro virtual. Ao lado desses três elementos comentaremos por fim sobre um quarto, que se articula à sua teoria da individualidade orgânica, que é a sua concepção de uma dimensão genealógica da individualidade.

Em 1866, Haeckel publicou a sua obra fundamental, a *Morfologia Geral*, em dois volumes. O primeiro está dividido em quatro livros e foi especialmente dedicado à formulação de uma anatomia geral dos organismos. Nos dois primeiros livros desse volume, Haeckel tratou de questões de método e de questões gerais sobre a natureza dos organismos, principalmente a distinção e a relação entre seres inorgânicos e orgânicos, e

¹⁹² Cf. HAECKEL, 1874 [1873], p. 239-40.

¹⁹³ NORDENSKIÖLD, 1949, p. 416-7.

¹⁹⁴ Cf. HAECKEL, 1874 [1873], p. 240-1.

a divisão dos organismos em reinos vegetal, animal e dos protistas; este último é um reino neutro proposto por ele que reúne principalmente organismos unicelulares. Nos dois últimos livros, que representam a maior parte do primeiro volume, desenvolve-se propriamente a sua anatomia geral dos organismos. Esta anatomia geral é dividida, por sua vez, em duas partes: de um lado a tectologia (que corresponde ao livro terceiro), definida como a teoria geral da estrutura dos organismos ou a teoria da individualidade orgânica. A segunda parte da anatomia geral dos organismos é a promorfologia (formulada no livro quarto), que é definida como a teoria geral das formas fundamentais dos organismos, ou simplesmente a estereometria orgânica. É nesta parte que é estudada a geometria dos volumes no âmbito dos organismos, as regularidades de forma, as configurações e os eixos de simetria. Estas duas teorias articulam-se de vários modos no esforço de compreensão dos organismos e de sua individualidade. Por outro lado, o segundo volume da *Morfologia Geral* será quase inteiramente dedicado à história do desenvolvimento dos organismos nos seus dois níveis fundamentais: o do desenvolvimento individual (isto é, quanto à ontogênese) e o da evolução da espécie (ou seja, quanto à filogênese).

Haeckel abre a sessão dedicada à tectologia com uma referência à natureza múltipla e composta dos organismos. O estudo do indivíduo orgânico não conduz de imediato à noção de unidade ou de um ente indivisível. O organismo se apresenta, de modo geral, como constituído de partes, como conjuntos de órgãos e elementos menores que se articulam e se integram num todo articulado e complexo, os quais desempenham diferentes funções. Assim, afirma ele que

A Tectologia ou Teoria da Estrutura dos organismos é a ciência geral da individualidade dos corpos naturais, que são de modo geral um agregado de indivíduos de uma ordem distinta. O papel da Tectologia orgânica é, portanto, o conhecimento e a explicação da individualidade biológica, ou seja, o conhecimento das leis naturais específicas que individualizam a matéria orgânica, e, depois, que formam a maioria dos organismos enquanto unidades, como formas complexas compostas por indivíduos de uma ordem distinta¹⁹⁵.

Destacam-se nesta passagem duas questões. De um lado, temos o problema de mostrar o surgimento do ser individualizado a partir da matéria orgânica não

¹⁹⁵ HAECKEL, 1866, I, p. 241.

individualizada, ponto que Haeckel aprofundará na sua teoria das moneras, e onde buscará mostrar o surgimento de células homogêneas não nucleadas a partir de uma massa protoplasmática. Esta massa indiferenciada de protoplasma representaria a matéria “orgânica”, ou matéria viva inicial. As primeiras células homogêneas formadas por esta diferenciação original foram chamadas por ele de moneras. Nesses verdadeiros “organismos sem órgãos”, colocava-se em evidência a propriedade fundamental do vivente, ou seja, a atividade ou dinamismo fisiológico. De fato, Haeckel afirmará que os organismos (isto é, os seres vivos) podem ser concebidos a partir apenas da dinâmica ou da fisiologia dos seus movimentos vitais, sem a necessidade de recorrer à existência de órgãos¹⁹⁶. Ele retomará esta afirmação em outros pontos de sua obra, por exemplo, na abertura do capítulo IX, dedicado às moneras, na obra *As Maravilhas da Vida*¹⁹⁷.

Por outro lado, esta passagem introdutória indicava também a questão central da constituição dos organismos complexos a partir da associação de formas mais elementares - por exemplo, os tecidos formados pela associação de células. Por isso, a visão dos organismos vivos como compostos de células será um ponto de partida importante para a elaboração de Haeckel do fenômeno da individualidade orgânica. De fato, a teoria celular, estabelecida por Matthias Schleiden e Theodor Schwann no final da década de 1830¹⁹⁸, colocava uma base anatômica comum para a constituição de todos os organismos no seu nível mais elementar. Mais do que isso, para ele, seguindo a opinião de Virchow, a célula significava um organismo elementar. Quer dizer, ela própria era um indivíduo orgânico e os chamados organismos superiores configuravam-se, desse modo, como uma espécie de associação ou “Estado” celular, funcionando a partir do trabalho cooperado de um grande conjunto de células¹⁹⁹.

Mas esta concepção isoladamente mostrava-se insuficiente para dar conta do entendimento da individualidade. Haeckel desenvolveu uma análise comparativa das diferentes visões sobre individualidade orgânica entre diversos botânicos e zoólogos e constatou a existência de posições amplamente divergentes. Ele mostrou que tais visões conduziam a abordagens que se alternavam numa ênfase ora mais morfológicas, ora mais fisiológicas, mas que, de modo algum, eram capazes de conduzir a uma convergência das distintas perspectivas ou a uma resolução efetiva da questão do estabelecimento de um modelo absoluto e universal de indivíduo biológico. A

¹⁹⁶ Cf. HAECKEL, 1966, I, p. 135.

¹⁹⁷ HAECKEL, 1963 [1905], p. 217.

¹⁹⁸ Cf. COLEMAN, 2002, p. 45-8.

¹⁹⁹ Cf. RICHARDS, 2008, p. 129-30.

diversidade de modos pelos quais os organismos se apresentavam, a começar pelas importantes diferenças na constituição de animais e plantas, respondia ao menos em parte pelas dificuldades das propostas existentes. Haeckel enumera casos problemáticos como o dos sifonóforos, um tipo de cnidário ao qual ele dedicará uma série de estudos. Os sifonóforos constituem um grupo de hidrozoários pelágicos coloniais que até hoje despertam alto interesse devido à sua divisão de trabalho entre pólipos e medusas que constituem esses “superorganismos”²⁰⁰. Os corais representam outro caso bastante estudado por Haeckel devido ao seu estilo de vida colonial. Outros problemas destacados por ele para a indicação de uma forma individual típica se referem ao caso da alternância de gerações em espécies de medusas²⁰¹.

Haeckel lidou também com os vegetais, em grande medida a partir da proposta de Alexander Braun. Segundo este botânico alemão, que havia sido professor de Haeckel, o indivíduo orgânico do reino vegetal que equivalente ao indivíduo animal é o gomo ou gema (*knospe*), ou seja, a formação inicial, nas plantas vasculares, de ramificações que também possuem a capacidade de desenvolver uma planta independente. Assim, as chamadas plantas superiores deviam ser consideradas, de fato, como um coletivo, um conjunto de indivíduos, na medida em que cada gema pode ser considerada como um organismo independente²⁰². Segundo Rinard, a abordagem fisiológica de Braun para o reino vegetal levou-o a considerar a individualidade como algo ligado principalmente ao fenômeno dos ciclos vitais. Para ele, os indivíduos eram unidades fisiológicas que percorriam um ciclo de vida do nascimento a morte, mas que, num certo sentido, não se extinguíam aí. A reprodução significava, de fato, um tipo de propagação espacial do organismo original na forma de ciclos de rejuvenescimento que conectavam os ciclos de vida individuais na manutenção da forma da espécie²⁰³. Segundo a mesma autora, esta abordagem teria influenciado várias das concepções de Haeckel²⁰⁴.

Diante das divergências nas várias opiniões dos biólogos na tentativa de estabelecer o modelo geral de indivíduo orgânico como um conceito único e absoluto, Haeckel propõe, então, que o esforço pelo estabelecimento de um modelo geral de organismo individual devia ser abandonado. Alternativamente, ele propõe uma visão

²⁰⁰ Cf. DUNN, PUGH & HADDOCK, 2005.

²⁰¹ Cf. RICHARDS, 2008, pp. 129-131.

²⁰² Cf. RINARD, 1981, p. 262-3.

²⁰³ Cf. RINARD, 1981, p. 263-4.

²⁰⁴ Cf. RINARD, 1981, p. 262.

relativa de individualidade orgânica. Primeiro Haeckel busca incorporar a abordagem morfológica e a fisiológica num esquema único, mas elaborando-as como duas dimensões distintas de individualidade.

Segundo Rinard, a questão central para Haeckel não era a de uma distinção inicial entre o nível morfológico e o nível fisiológico, mas o fato de que uma tentativa para compreender a individualidade envolvia considerar o organismo a partir de duas perspectivas. Uma estrutural, ligada à forma ou ao substrato, e outra dinâmica, ligada às funções de manutenção e propagação (*fortpflanzen*) da existência²⁰⁵. Haeckel definirá do seguinte modo o ser que exhibe a individualidade morfológica, denominado por ele de morfote:

O indivíduo morfológico, forma individual ou unidade da forma orgânica é o que se chama de fenômeno da forma individual, nos casos em que ele é um todo autocontido, integrado e contínuo na sua forma. Ele é um conjunto dos seus componentes constituintes, os quais não podem ser retirados sem destruir o caráter essencial do todo²⁰⁶.

Por outro lado, ele definiu o ‘bionte’ como o ser que exhibe a individualidade fisiológica, isto é, o indivíduo com existência independente. Ele explicou que o bionte era:

O indivíduo fisiológico, indivíduo vivo ou unidade vital é o que se chama de fenômeno da forma individual, nos casos em que ela pode manter a sua própria existência por um período maior ou menor de tempo. Existência esta que manifesta, em todos os casos, a função orgânica mais comum, que é a função da autopreservação²⁰⁷.

Desse modo, Haeckel faz uma primeira relativização do fenômeno da individualidade, o que possibilita considerar o organismo sob duas perspectivas distintas que não são necessariamente coincidentes, interpretando os vários fenômenos da vida orgânica em sua diversidade. Para Richards, a definição de Haeckel da individualidade fisiológica a partir do critério da automanutenção e da vida independente implica dizer

²⁰⁵ Cf. RINARD, 1981, p. 269.

²⁰⁶ HAECKEL, 1866, I, p. 265.

²⁰⁷ HAECKEL, 1866, I, p. 265.

que é nela que se encontra o indivíduo real, o corpo vivo ou bionte. Por outro lado, o critério de indivisibilidade da forma incidente na caracterização da individualidade morfológica envolve conceber o organismo, o morfote, de um ponto de vista abstrato, em relação ao caráter da sua forma típica. Por exemplo:

uma pessoa humana tem uma unidade de forma determinada, a qual é composta de formas subordinadas: estruturas orgânicas, simetria bilateral e simetria serial (isto é, a forma da coluna vertebral). Mas nenhum destes constituintes pode ser eliminado preservando simultaneamente a integridade do tipo morfológico da pessoa²⁰⁸.

Outro elemento importante do modelo de individualidade orgânica de Haeckel é sua noção de níveis de individualidade orgânica, ou de composição dos indivíduos a partir de indivíduos de um nível inferior. Segundo ele: “A individualidade morfológica está dividida em seis diferentes e subordinadas categorias ou ordens de indivíduos, e cada uma dessas ordens ocorre em determinados organismos como individualidade fisiológica”²⁰⁹. Isto é, as ordens podem ser concebidas tanto na perspectiva morfológica, como caráter definidor de uma determinada unidade orgânica, como vistas na perspectiva fisiológica, indicando indivíduos biológicos com existência independente. Haeckel assim apresenta as seis ordens ou níveis da individualidade biológica:

I. Plastídeos, que são as células nucleadas e as não nucleadas, isto é, os citodos.   II. Órgãos, que são as associações ou fusões de células.   III. Antímeros, que são as partes que se contrapõem como os raios nos animais com simetria radial (como as anêmonas) e as metades nos animais de simetria bilateral (como as metades, direita e esquerda, simétricas).   IV. Metâmeros, que são os segmentos dispostos ao longo de um eixo.   V. Indivíduos (<i>Person</i>), que são os organismos animais no sentido tradicional e a gema vegetal.   VI. Colônias animais e os cormos (<i>Kormus</i>) vegetais, isto é, o eixo longitudinal das plantas superiores, constituído pela raiz e pelo caule.²¹⁰

²⁰⁸ RICHARDS, 2008, p. 132.

²⁰⁹ HAECKEL, 1866, I, p. 132.

²¹⁰ Quadro desenvolvido a partir da síntese de PAPAVERO e LLORENTE-BOUSQUETS, 1996, p. 52.

Os organismos devem, então, ser compreendidos pela relação que mantêm com os níveis que se encontram abaixo e acima deles, em termos dos níveis de individualidade. Um dado indivíduo é sempre composto ou constituído por unidades do nível de individualidade imediatamente inferior. Por outro lado, ele próprio é uma parte constituinte de uma unidade que se encontra no nível de individualidade imediatamente superior. Rinard exprime do seguinte modo o quadro geral esboçado por Haeckel:

A vida orgânica na sua maior simplicidade foi composta de um plasma homogêneo. Em raras ocasiões, coágulos deste plasma, que Haeckel chamou de cítodos, podiam existir como organismos separados. Haeckel classificou estes organismos, tais como as bactérias e proto-amebas, como moneras. Além disto, existiam organismos separados nos quais um núcleo havia se diferenciado a partir do plasma. Haeckel concebia estes como sendo as células. Juntos, os cítodos e as células compunham a primeira ordem de individualidade, que Haeckel designou pelo termo de plastídeos. No segundo estágio de individualidade, Haeckel incluiu formas estruturais como fusões de células, tecidos e órgãos. Juntos eles expressavam o conceito de órgão. Haeckel definiu o órgão como “uma unidade constante de dimensões geométricas de forma determinada, a qual é composta da soma de muitos plastídeos particulares (cítodos, células, ou ambos) em união constante” [...] Os antímeros, a terceira ordem de individualidade, consistiam nas partes homólogas, tais como os raios nos organismos de simetria radial ou as metades naqueles de simetria bilateral. Os metâmeros, ou a quarta ordem de individualidade, eram os segmentos repetidos ao longo do eixo principal, tais como os internódios das fanerogâmicas ou os segmentos metaméricos dos vertebrados. A quinta ordem eram os indivíduos, que poderiam ser exemplificados pela gema no reino vegetal e que corresponderia ao entendimento costumeiro de organismo no reino animal, como Braun havia sugerido. Finalmente, o sexto nível era formado por colônias, tais como as colônias de pólipos, e os cormos, ou seja, as árvores e os arbustos²¹¹.

É importante ressaltar, como assinalou Richards, que os níveis de individualidade morfológica são concebidos de modo abstrato, ou seja, a sua definição é formal e não corresponde necessariamente a um indivíduo com existência separada, independente. Enquanto o caráter formal de uma estrutura, o indivíduo morfológico não tem existência concreta, embora possa estar também representado como organismo

²¹¹ RINARD, 1981, p. 270.

individual real, quando um dado morfote for simultaneamente um bionte, como nos casos apontados na lista de Rinard acima reproduzida. Por exemplo, uma célula que é um protozoário unicelular é simultaneamente um indivíduo morfológico e também um indivíduo fisiológico de primeira ordem. Nesse caso, ocorre de o indivíduo morfológico ter existência independente.

Outro elemento central da teoria da individualidade orgânica de Haeckel é a sua distinção dos indivíduos fisiológicos em biontes atuais e biontes virtuais. Esta distinção visa compreender a individualidade no interior do processo de desenvolvimento do organismo. O organismo adulto é o indivíduo que atingiu o seu estágio máximo de desenvolvimento, formado, de modo geral, pela associação complexa de um grande número de partes (células, tecidos, órgãos etc.). Este é o indivíduo fisiológico atual, ou simplesmente, bionte atual. Mas, em seu início, tal organismo era apenas uma célula singular, um indivíduo de primeira ordem com capacidade ou potencialidade de desenvolver-se num organismo adulto. Esta célula inicial representa o bionte virtual. A transição entre o bionte virtual e o atual representa o próprio processo ontogenético. O estágio inicial deste bionte virtual pode, é claro, variar. As gemas das árvores ou os fragmentos de certos organismos podem representar também biontes virtuais na medida em que tenham a capacidade de ontogênese.

É necessário apontar ainda como este modelo se relaciona com a perspectiva genealógica ou evolutiva de Haeckel. Em primeiro lugar, como vimos, o indivíduo biológico está identificado na concepção de Haeckel ao indivíduo fisiológico, que é aquele que exibe a propriedade de autopreservação. Mas, além de identificar o indivíduo ao seu próprio ciclo vital, Haeckel procura, com esta perspectiva, conectá-lo estreitamente também à função da reprodução ou propagação. O aspecto fisiológico básico do indivíduo se expressa nas funções de nutrição e reprodução. Assim, o ciclo vital de um indivíduo, embora tenha um fim em si mesmo, perpetua-se na sua descendência através do fenômeno da geração orgânica, dando origem a novos ciclos de vida de outros indivíduos de sua espécie. Mas a própria espécie representa um ciclo de vida de nível superior conectando os diversos ciclos de vida de nível inferior dos diversos membros da espécie. Haeckel estabelece assim uma nova dimensão da individualidade, que é a individualidade genealógica composta de três níveis, o indivíduo fisiológico, a espécie e o filo²¹². O primeiro nível da individualidade

²¹² Cf. RICHARDS, 2008, p. 133.

genealógica é precisamente o ciclo vital dos organismos ou a sua ontogênese. Estes vários ciclos de vida encadeados ou interconectados inserem-se num segundo ciclo mais amplo, que representa o nível de individualidade genealógica da espécie. Por fim, a interconexão dos ciclos de vida de diversas espécies forma o terceiro nível de individualidade genealógica que é o do filo, e que, portanto, representa a própria filogênese.

Capítulo 2

A LEI BIOGENÉTICA FUNDAMENTAL

1. PARALELISMO DAS SÉRIES ORGÂNICAS, A TEORIA DOS TIPOS E RECAPITULAÇÃO

No capítulo anterior indicamos que a base teórica principal sobre a qual se erige a teoria da *gastrea* é a lei biogenética fundamental. No presente capítulo dedicar-nos-emos a analisar esta teoria que se constitui na sua principal e mais geral formulação para uma morfologia evolucionista. Esta análise da lei biogenética fundamental será desenvolvida de modo a conectá-la com o quadro geral de pressupostos de Haeckel atrás delineados. Na lei biogenética fundamental, Haeckel buscou oferecer uma explicação compreensiva e articulada dos fenômenos do desenvolvimento individual e da transformação das espécies. De fato, essa teoria afirmava a existência de um paralelismo entre as duas séries biogenéticas, o desenvolvimento individual e a evolução da espécie, e que esse paralelismo devia-se ao fato de que as causas das suas transformações estavam mutuamente relacionadas. Em seu sentido mais geral, tal paralelismo estava expresso na idéia de que as transformações pelas quais passa o indivíduo ao longo do seu desenvolvimento, isto é, a série sucessiva de estados morfogenéticos da ontogênese, era de fato uma recapitulação dos estados morfogenéticos da série filética na evolução de sua espécie, a filogênese.

Para Haeckel, existe uma relação de dependência entre ontogênese e filogênese²¹³. A herança fornecida por um ancestral comum é a causa material direta e a explicação da concordância típica de forma e estrutura, verificada nos estágios iniciais de desenvolvimento dos organismos individuais dentro de cada classe²¹⁴. Por outro lado, o afastamento gradual em relação à forma típica, verificado nas diversas espécies e grupos naturais, é fruto dos mecanismos de adaptação, que cumulativamente forçaram ao longo do tempo as mudanças de forma e estrutura de cada espécie, conduzindo-a cada vez para além do seu estado imediatamente anterior.

A noção do paralelismo nas séries das formas orgânicas e a noção de recapitulação de formas adultas de organismos inferiores em estágios embrionários de

²¹³ HAECKEL, 1874 [1873], p. 145.

²¹⁴ Idem, p. 146.

animais superiores foram de modo geral tomadas como sinônimos²¹⁵. Pode-se afirmar que tais noções referem-se igualmente à existência de semelhanças ou correspondências entre estágios morfogênicos de duas séries orgânicas, uma que é o resultado de um ordenamento ascendente, linear ou não, das formas adultas existentes ou hipotéticas, segundo um determinado conjunto de critérios, e a outra da sequência de estados ontogênicos de uma determinada espécie. A diferença não é claramente estabelecida, mas se percebe com certa facilidade que tal diferenciação, quando há, parece estar mais ou menos associada com a distinção feita entre, de um lado, uma visão que meramente constata o paralelo de formas e estágios nas séries ou que a atribui eventualmente a supostas leis gerais que intervêm de modo igual em ambas as séries e, de outro lado, uma visão que estabelece algum tipo de causação que interconecta diretamente os estágios semelhantes das duas séries.

As reconstruções históricas da noção deste paralelismo indicam, de modo geral, que o fundo de idéias que ela tem por base remonta pelo menos até Aristóteles. Um exemplo desse tipo de reconstrução encontra-se expressa na sintética descrição de Shumway em seu artigo sobre a teoria da recapitulação:

A teoria do paralelismo, baseada sobre a idéia aristotélica de uma escala dos seres, sustentava que no desenvolvimento dos animais superiores há uma sucessão de estágios que correspondem à sucessão de tipos adultos na escala ideal dos seres. Na sua mais extrema forma esta teoria implicaria que os animais inferiores eram embriões permanentes das formas superiores²¹⁶.

Segundo este ponto de vista, o solo do qual parte a noção de paralelismo deve ser encontrado, ao menos em parte, na noção da escala ou grande cadeia do ser a qual, remontando certamente a uma longa tradição, teve em Aristóteles um ponto fundamental de elaboração e aplicação. Russell também indica a fonte desta noção em Aristóteles²¹⁷, embora ele considere que uma noção difusa da noção de escala dos seres se encontre já presente nas formulações de Anaximandro, Anaxágoras, Empédocles e

²¹⁵ Russell, por exemplo, alterna o uso dos termos ‘paralelismo’ e ‘recapitulação’ segundo os diferentes contextos analisados por ele, mas a certa altura do texto fala simplesmente em “teoria do paralelismo ou recapitulação” (cf. *Form and Function*, 1916, p. 123). De fato, a distinção operada por Russell foi designar a teoria do paralelismo dos chamados transcendentalistas de ‘lei de Meckel-Serres’ para diferenciá-la das leis de von Baer e da teoria da recapitulação de Haeckel (cf. RUSSELL, 1916, p. 94).

²¹⁶ SHUMMWAY, 1932, p. 93.

²¹⁷ Cf. RUSSELL, 1916, p. 15-6.

Platão e talvez mesmo antes disso, nos mitos da criação primitivos²¹⁸. Segundo Coleman, a idéia da *scala naturae* “se derivava da noção platônica da plenitude cósmica e da doutrina aristotélica das hierarquias”²¹⁹. Lovejoy, que desenvolveu um amplo estudo sobre a noção da grande cadeia do ser, localiza em Platão o inicial formulador de suas idéias fundamentais²²⁰, mas destaca adiante que foi “Aristóteles mesmo quem principalmente sugeriu aos naturalistas e filósofos de épocas posteriores a idéia de ordenar (pelo menos) todos os animais em uma *scala naturae* única e gradual de acordo com o grau de perfeição”²²¹. Com isso, Lovejoy parece sugerir que a recepção posterior da noção de escala do ser Aristóteles interpretou-a como especialmente ou seguramente (“pelo menos”) aplicável à ordenação da série animal. O motivo provável disso é que foi em relação aos animais que o próprio Aristóteles empreendeu uma hierarquização com base na *scala naturae*²²². Embora esteja bem estabelecido que Aristóteles concebeu de modo generalizado uma continuidade da vida desde as plantas, que têm um mínimo de vida e que são, por isso, praticamente indistinguíveis da matéria inanimada, até os animais superiores, incluindo o homem²²³. No seu modo de ver, a natureza passa gradualmente dos seres inanimados aos animados sem uma clara linha divisória²²⁴. E em particular entre os seres vivos, Aristóteles estabelece uma clara ordem de sucessão. Analisando as distintas potências da alma no *De Anima*, Aristóteles afirma que

Deve ser investigado, de acordo com cada caso, o que é a alma de cada um – por exemplo, o que é a alma da planta, do homem ou da besta. E deve ser examinada a causa de serem dispostas assim, em sucessão. Pois sem a nutritiva, não existe a capacidade perceptiva, embora nas plantas a nutritiva exista separada da perceptiva. E, novamente, sem o tato, nenhum dos outros sentidos subsiste, embora o tato subsista sem os outros, pois diversos animais não têm nem visão, nem audição, nem percepção de odor. E, dentre os que têm a capacidade perceptiva, uns têm a locomoção e outros não. Por fim, pouquíssimos têm o cálculo e raciocínio²²⁵.

²¹⁸ Idem, p. 14-5.

²¹⁹ Cf. COLEMAN, 2002, p. 119.

²²⁰ Cf. LOVEJOY, 2005 [1936], 32. Encontra-se nesta obra uma discussão aprofundada sobre o papel central de Platão e de Plotino no desenvolvimento da primeira formulação articulada da noção da escala ou grande cadeia (cf. p. 32-70).

²²¹ Idem, p. 63.

²²² Cf. ROSS, 1987 [1923], p. 123.

²²³ Cf. ROSS, 1987 [1923], p. 134.

²²⁴ Cf. RUSSELL, p. 15.

²²⁵ ARISTÓTELES, 2006, p. 78.

Esta passagem de Aristóteles associada aos comentários anteriores deixa clara a noção de um ordenamento dos seres vivos dentro de uma escala hierárquica segundo a natureza específica de cada grupo. Por outro lado, segundo o embriologista e historiador da ciência Needham, a contribuição de Aristóteles a noção de paralelismo deve-se, sobretudo, à sua visão do desenvolvimento individual dos animais, em particular no aspecto que relaciona o avanço do processo ontogenético à aquisição sucessiva de tipos de almas, de modo que a cada passo do desenvolvimento do indivíduo ele adquire um tipo de alma superior a anterior. Neste sentido, o embrião animal tem, nos seus estágios iniciais, uma natureza meramente vegetativa na medida em que ele possui apenas a alma nutritiva. Depois ele adquire sua natureza animal quando passa a possuir a alma sensitiva. Finalmente no caso do homem o embrião vem a adquirir uma natureza racional humana, com a posse da alma intelectiva ²²⁶. Na interpretação de Needham, a visão de Aristóteles teria já “sugerido a essência [da teoria da recapitulação] em termos claros” ²²⁷ na medida em que para ele o embrião atravessa durante os estágios do seu desenvolvimento diferentes “graus de vitalidade” (*degree of aliveness*), ou seja, a posse sucessiva das três almas. Com isso, Aristóteles teria afirmado de modo claro que “o mais geral aparece primeiro [no desenvolvimento] e o mais particular depois” ²²⁸. De fato, Aristóteles afirma na obra *Geração dos Animais* que:

Um animal não se torna ao mesmo tempo [de uma só vez] um animal e um homem ou um cavalo ou qualquer outro animal particular. Pois o fim [meta] é desenvolvido depois, e o caráter particular da espécie é o fim [meta] da geração em cada indivíduo²²⁹.

É nessa concepção de Aristóteles que residiria o núcleo da idéia recapitulacionista, de acordo com Needham. Conforme indica Meyer, Needham apontou também a presença deste mesmo núcleo de idéias recapitulacionistas de Aristóteles na obra de William Harvey (1578-1657) ²³⁰. Nessa direção, Russell aponta também a presença de uma noção de recapitulação em Harvey, sugerida numa passagem em que Harvey fala da construção gradual do organismo no desenvolvimento²³¹. Observe-se

²²⁶ Cf. o texto de Needham citado em MEYER, 1935, p. 379-80.

²²⁷ Needham apud MEYER, 1935, p. 379.

²²⁸ Cf. o texto de Needham citado em MEYER, 1935, p. 380.

²²⁹ Aristóteles apud MEYER, 1935, p. 380.

²³⁰ Cf. MEYER, 1935, p. 379-381; NEEDHAM, 1931, p. 63-75 e p. 141.

²³¹ Cf. RUSSELL, 1916, p. 18 e nota 2.

que essa proximidade dos pensamentos desses dois autores era de esperar, já que Harvey é um assumido aristotélico, inclusive quanto à sua concepção epigenética.

Mas, Russell considera que a idéia do paralelismo encontrará a sua forma explícita somente no trabalho dos *Naturphilosophen* alemães, em particular entre aqueles que mais diretamente se dedicaram às questões biológicas, com destaque para Friedrich Kiemeyer (1763-1844), Lorenz Oken (1779-1851) e Carl Gustav Carus (1789-1869), atingindo a teoria a forma articulada na obra do anatomista Johann Friedrich Meckel (1781-1833) e do físico e embriologista francês Étienne Serres (1786-1868)²³². Segundo ele,

A lei do paralelismo parece ter sido expressa primeiramente por Kiemeyer, que deu a ela uma forma fisiológica, dizendo que o embrião humano mostra no início uma vida puramente vegetativa, depois se transforma como num animal inferior, que se move, mas não tem sensação, e finalmente alcança o nível dos animais que sentem e se movem²³³.

Na sequência, ele aponta como esta idéia foi ensinada e desenvolvida com base no trabalho de anatomistas e fisiologistas como Johann Autenrith (1772-1835), Oken e Friedrich Tiedemann (1781-1861). Segundo Oken, por exemplo, “durante o seu desenvolvimento o animal passa através de todos os estágios do reino animal. O feto é uma representação de todas as classes animais no tempo”²³⁴. Russell cita ainda como ilustrativa a seguinte passagem da obra de Tiedemann:

Todo animal, antes de atingir o seu pleno desenvolvimento, passa pelos estágios de organização de uma ou mais classes inferiores na escala, ou, cada animal inicia sua metamorfose com a organização mais simples²³⁵

Segundo Russell, Meckel desenvolveu o mais amplo trabalho de reunião de dados para apoiar a noção de paralelismo e formulou propriamente a sua expressão teórica. Russell indica que Serres deve ser igualmente creditado pelo enunciado da lei do paralelismo, que expressou por meio de uma série de trabalhos publicados entre 1827

²³² RUSSELL, 1916, p. 89-95.

²³³ Idem, p. 90.

²³⁴ Oken apud RUSSELL, 1916, p. 90.

²³⁵ Tiedemann apud RUSSELL, 1916, p. 91.

e 1830²³⁶. Concentrar-nos-emos aqui nas idéias de Meckel relativas ao tema na medida em que, nos limites do nosso interesse, a proposta de Serres pode ser considerada similar²³⁷. Convém, no entanto, indicar que, na visão de Russell, a teoria do paralelismo de Serres, falando em termos estritos, aplica-se preponderantemente a órgãos e não a organismos, embora ele sustente que se pode comparar a organização de um embrião com a totalidade da organização adulta de um animal inferior na escala²³⁸.

Friedrich Meckel dedicou, em 1811, um longo ensaio para expor uma série de provas detalhadas do paralelismo entre estados embrionários de animais superiores e estados permanentes de animais inferiores e, três anos antes, já havia apresentado, em outro trabalho, algumas comparações nesta direção, lidando com o desenvolvimento de fetos humanos²³⁹. Nestes trabalhos, Meckel combinou analogias morfológicas e fisiológicas a partir da comparação de órgãos e sistemas de órgãos. Em 1821, por fim, ele apresenta como decorrência das suas investigações o amplo manual *System der vergleichenden Anatomie (Sistema de Anatomia Comparativa)*, no qual se encerra a sua mais ampla contribuição teórica sobre o paralelismo na defesa da repetição da história evolucionária da raça no desenvolvimento do indivíduo²⁴⁰. Ele desenvolve aqui a visão, adotada de modo geral pelos chamados transcendentalistas, de que a natureza é regida em toda parte pelas mesmas forças e que, portanto, a ação similar de tais forças abrange ambas as séries orgânicas. Como observou Coleman, “o cerne da doutrina da recapitulação está na idéia da identidade das forças da natureza”²⁴¹. Meckel enuncia do seguinte modo a lei do paralelismo:

O desenvolvimento do organismo individual obedece às mesmas leis que o desenvolvimento de toda a série animal; isto é, o animal superior atravessa os estágios orgânicos permanentes que estão abaixo dele; uma circunstância que nos permite assumir uma estreita analogia existente entre os diversos estágios do desenvolvimento e cada uma das classes animais²⁴².

²³⁶ Cf. RUSSELL, 1916, p. 79, texto e nota 2.

²³⁷ Como tomadas estas propostas a partir da análise de Russell. Cf. para Serres p. 77-83 e para Meckel p. 91-95 (RUSSELL, 1916).

²³⁸ RUSSELL, 1916, p. 82.

²³⁹ Idem, p. 91.

²⁴⁰ Idem, p. 91-2.

²⁴¹ COLEMAN, 2002, p. 85.

²⁴² RUSSELL, 1916, p. 93.

Russell salienta ainda um aspecto importante da concepção de Meckel sobre as causas da repetição da história evolutiva da raça no desenvolvimento individual. Meckel elabora já uma visão de mudança das espécies no tempo histórico. Mas, de acordo com Russell, “Meckel tinha uma crença tímida na evolução”²⁴³ querendo dizer com isto, ao que parece, que a sua concepção de evolução não guardava similaridades expressivas com a futura doutrina darwinista. Segundo Nordenskiöld, a teoria da evolução de Meckel “merece ser mencionada junto à de Lamarck”²⁴⁴. Ele teria de fato colocado o problema da formação das espécies²⁴⁵ e através de seus profundos conhecimentos de anatomia comparativa buscou conciliar a questão da geração e da transformação de formas e orgânicas com a noção de um tipo comum fundamental para todos os animais. Ele conjuga em sua visão evolucionista uma lei da multiplicidade e uma lei da unidade, invocando quanto à primeira destas leis o influxo do hábito e do ambiente mostrando por este meio as causas das variações e transformações de espécies²⁴⁶. Através da lei da unidade, Meckel procura reconduzir ou reduzir a diversidade de formas a uma unidade de tipo vital²⁴⁷. Neste sentido, apesar de Meckel inscrever-se entre os discípulos de Cuvier e, assim, aceitar em boa medida a noção dos quatro tipos fundamentais de seu mestre, “toda a sua finalidade consiste em provar a possibilidade de um só tipo simples primitivo”²⁴⁸. Por meio da anatomia comparativa ele procura demonstrar as comparações e derivações possíveis de todos os órgãos dos animais superiores a partir de formas menos desenvolvidas²⁴⁹. De qualquer modo, todo o seu estudo das variações de formas não parece tê-lo conduzido a uma visão de evolução divergente que resultasse num tipo de representação arborescente do sistema natural animal. Meckel salienta, apesar dos condicionantes externos que levam à variação de formas, que a centralidade causal da evolução pertence às forças internas, inerentes aos organismos.

As transformações, que determinaram as mais notáveis mudanças no número e no desenvolvimento dos instrumentos da organização são incontestavelmente muito mais a consequência da tendência inerente à matéria orgânica, que a conduziram

²⁴³ Idem, p. 92.

²⁴⁴ NORDENSKIÖLD, 1949, p. 408.

²⁴⁵ Idem, p. 409.

²⁴⁶ Idem, p. 407.

²⁴⁷ Idem, p. 407.

²⁴⁸ Idem, p. 406.

²⁴⁹ Idem, p. 409.

insensivelmente a se elevar a estágios mais altos de organização, passando através da série de estados intermediários²⁵⁰.

Deste modo, Meckel parece manter-se no interior de uma visão do sistema natural que permitia conceber a sua ordenação em linhas gerais, isto é, de acordo com as principais estruturas e órgãos dos organismos nas diferentes classes do sistema, segundo uma escala gradual e linear do desenvolvimento.

Indicamos acima que a visão da embriologia de von Baer diferia e se contrapunha àquela dos adeptos da lei do paralelismo, tendo ele combatido-a expressamente. Von Baer é reconhecido por sua contribuição num número expressivo de importantes estudos biológicos, dentre eles a descoberta do ovo dos mamíferos, sendo considerado o fundador da embriologia como ciência²⁵¹, área que desenvolveu para além do significativo trabalho de diversos predecessores como Aristóteles, Harvey, Malpighi e Wolff, dentre outros²⁵². No intuito de compreender a oposição de von Baer à lei do paralelismo, vamos destacar dois aspectos centrais da sua embriologia. Em primeiro lugar, a noção de que o desenvolvimento individual se realiza no sentido do geral para o particular, ou seja, de que as características genéricas aparecem durante a embriogênese anteriormente em relação às específicas. Russell identifica, quanto a este aspecto de sua visão, similaridades com a concepção geral de Aristóteles em embriologia²⁵³, opinião compartilhada também por Radl²⁵⁴. A outra noção de von Baer que destacaremos é a dos quatro tipos fundamentais do reino animal. O primeiro destes aspectos da embriologia de von Baer pode ser verificado diretamente nas suas leis do desenvolvimento individual, que aparecem em sua obra *Über Entwicklungsgeschichte der Thiere – Beobachtung und Reflexion* (Sobre a História do Desenvolvimento dos Animais – Observação e Reflexão), de 1828, trabalho em que desenvolve a sua embriologia epigenética e na qual dirige uma crítica sistemática à noção do paralelismo.

1. As características gerais de um amplo grupo de animais aparecem mais cedo em seus embriões do que as características mais especiais.
2. As formas menos gerais desenvolvem-se a partir das mais gerais e assim por diante até que surgem finalmente as formas mais especializadas.

²⁵⁰ Meckel apud RUSSELL, 1916, p. 93

²⁵¹ Cf. NORDENSKIÖLD, 1949, p. 415; JAHN, 1990 [1985], p. 309; RUSSELL, 1916, p. 113;

²⁵² RUSSELL, p. 113.

²⁵³ Idem, p. 14.

²⁵⁴ RADL, 1931, II, 58.

3. Cada embrião de uma de uma dada forma animal nunca passa através de outras formas, mas, ao contrário, afasta-se delas.
4. Fundamentalmente, portanto, o embrião de uma forma elevada nunca se assemelha a qualquer outra forma, mas apenas ao seu embrião²⁵⁵.

As duas primeiras leis indicam a proposta básica de von Baer de que o desenvolvimento deve ser concebido como um processo de diferenciação ou a expressão continuamente crescente da especificidade do organismo. Na interpretação que Radl faz destes princípios, ele afirma que:

Segundo Baer, todos os animais desenvolvem-se de tal maneira que a princípio se formam os traços fundamentais do tipo [geral]; mais tarde vão se diferenciando mais e mais; o embrião possui sucessivamente, a princípio, só as propriedades do tipo, depois as da classe, da ordem, da família, do gênero e da espécie, até aparecerem, finalmente, as qualidades individuais; o embrião, por exemplo, primeiro é vertebrado, depois ave, ave terrestre, galinácea, frango, galinha com certo feitio e cor²⁵⁶.

Assim, o processo de desenvolvimento-diferenciação conduz o indivíduo desde o seu início por uma série de níveis sucessivos e relacionados de caráter cada vez mais estrito. O desenvolvimento individual, em qualquer das formas (espécies), dá-se de um modo independente umas em relações as outras, mediadas apenas pelos níveis que compartilham no interior do tipo, ou seja, elas nunca se relacionam de fato. Por meio do desenvolvimento, as formas apenas se afastam umas das outras, nunca passam umas pelas outras como alegado na visão do paralelismo. Como afirma Churchill, o afastamento progressivo das formas através dos níveis permite estabelecer “as relações entre o desenvolvimento de um embrião singular e a sua posição taxonômica”²⁵⁷, isto é, as etapas pelas quais passam os indivíduos de uma dada espécie indicam, pela participação comum nos níveis de desenvolvimento, os graus de proximidade relativa que esta espécie mantém com as demais no interior de um determinado grupo de espécies.

Ainda quanto às leis de von Baer, voltemo-nos agora à sua noção de tipo. Esta noção, que estabelece desde o seu ponto de partida uma distinção fundamental entre os

²⁵⁵ BAER, 1828, p. 224; cotejado com CHURCHILL, 1991, p. 11 e RUSSELL, 1916, p. 125.

²⁵⁶ RADL, 1931, v. 2, p. 57.

²⁵⁷ CHURCHILL, 1991, p. 11.

grandes grupos animais segundo os seus planos de estrutura, contrapõe-se frontalmente à idéia de escala natural. Os tipos de von Baer assemelham-se e correspondem aproximadamente aos ramos (*embranchements*) que Cuvier estabeleceu a partir do estudo da estrutura adulta. Segundo Russell, von Baer parece ter chegado a sua proposta dos tipos de modo independente, embora haja precedência de publicação por parte de Cuvier²⁵⁸. A teoria dos tipos deste autor é reconhecida pelo fato de que ela implica aniquilação da possibilidade de ordenação dos grupos animais numa grande cadeia em série linear²⁵⁹. Há pelo menos três aspectos essenciais na noção de tipos de von Baer:

1º - O tipo indica um plano de estrutura comum aos organismos animais, que se manifesta durante o seu desenvolvimento individual, e que é compartilhado por um grande grupo de espécies. Ele mesmo tem um caráter abstrato, pois, declara von Baer, “eu chamo de *tipo* as relações espaciais dos elementos orgânicos e órgãos”²⁶⁰. O tipo atua como uma forma ou princípio organizador do desenvolvimento. Ele impõe os limites e determina a maneira do desenvolvimento²⁶¹.

2º - Existem somente quatro tipos principais no reino animal, os quais caracterizam de modo absolutamente independente os seus grandes grupos. Estes quatro tipos são o tipo periférico ou radiado, o tipo longitudinal, o tipo massivo ou molusco e o tipo vertebrado²⁶². Observe-se que no esquema de Cuvier tais tipos correspondem respectivamente aos radiados, aos articulados, aos moluscos e aos vertebrados. A delimitação existente entre os tipos é um ponto central da teoria, juntamente com a sua decorrente independência mútua. Neste sentido, é pertinente a observação de Churchill de que diferentemente de Cuvier, que baseou a sua delimitação dos grupos em princípios funcionais mutuamente excludentes, von Baer aceitou a existência de formas intermediárias, isto é, que compartilhavam aspectos de dois tipos básicos²⁶³. Efetivamente, von Baer fala de um tipo intermediário (*Mitteltypus*) ou de formas intermediárias (*Zwischenformen*) como derivadas de modificações e da fusão de dois tipos principais (*Haupttypus*)²⁶⁴. Contudo, ele parece considerar tal possibilidade como uma modificação secundária e mantém como um ponto importante da teoria a idéia da irredutibilidade original dos tipos.

²⁵⁸ Idem, p. 124.

²⁵⁹ Cf. COLEMAN, 2002, p. 119-20 e PAPAVERO, N. e LLORENTE-BOUSQUETS, 1994, v. IV, capítulo 41, “Cuvier y el fin de la ‘scala naturae’”, p. 128-31.

²⁶⁰ Von Baer apud RUSSELL, 1916, p. 123.

²⁶¹ RUSSELL, 1916, p. 124.

²⁶² Idem, p. 123.

²⁶³ CHURCHILL, 1991, p. 11.

²⁶⁴ BAER, 1828, p. 208-9.

3º - O processo de desenvolvimento-diferenciação dos organismos no interior de um grande grupo animal, caracterizado inicialmente pelo tipo básico de organização, ocorre segundo uma série sucessiva de níveis. Estas fases ou estágios de desenvolvimento (*Entwicklungsstufe*) atuam igualmente para determinar as formas individuais²⁶⁵, e podem, em certo sentido, ser considerados como “tipos inferiores” na medida em que oferecem novos condicionamentos ao sistema integrado dos órgãos e partes, já submetido às restrições de relações espaciais do nível ou estágio de desenvolvimento anterior. Em outras palavras, os níveis de organização inferiores ao tipo são “graus” de modificação-especificação deste tipo básico. É por isso que von Baer afirma que “o produto do grau de diferenciação do tipo resulta primeiro nos grandes grupos de animais que se conhecem como classes”²⁶⁶ e, na mesma direção, declara em outra obra que:

O desenvolvimento da vida nesta ou naquela direção produz variações do tipo principal, que são elas mesmas essencialmente diferentes em suas manifestações vitais... As classes dividem-se depois elas mesmas em variações menores, que nós chamamos de famílias. Estas não apenas sustentam a modificação do tipo superior [a classe], mas também incluem uma modificação particular sobre a classe, a qual forma a característica da família. Modificações de grau inferior nestas famílias dão origem às espécies e similarmente a raças e variedades²⁶⁷.

A teoria do tipo expressa que o desenvolvimento é uma progressiva diferenciação que vai do mais geral ao mais particular. A partir do tipo principal, as variações pelas quais passa o embrião conduzem-no à classe, depois à família e assim sucessivamente. Na sua interpretação do sistema baeriano, Lenoir construiu uma imagem eloquente desta proposta. De acordo com o autor, o tipo e os estágios ou níveis inferiores a ele subordinados funcionam como centros organizadores compactos, com inúmeras possibilidades de desenvolvimento. Partem deles efetivamente, em diversas direções, uma série de caminhos de desenvolvimento, formando uma espécie de atmosfera ao seu redor. A imagem tridimensional formada pelo conjunto dos caminhos de desenvolvimento, originados de um determinado centro organizador e que tomam diversas direções, dentre as possíveis, não se identifica exatamente com uma esfera, na

²⁶⁵ Cf. LENOIR, 1982, p. 90.

²⁶⁶ BAER, 1828, p. 208; cotejado com RUSSELL, 1916, p. 123.

²⁶⁷ Baer apud LENOIR, 1982, p. 89.

medida em que tais caminhos não têm a mesma extensão. Na extremidade superior de cada um destes caminhos localiza-se, por sua vez, um novo centro organizador a partir do qual partem novos caminhos com a formação de uma nova atmosfera²⁶⁸. Assim, o caminho efetivo percorrido por um dado organismo durante o seu desenvolvimento é composto por uma série sucessiva de estágios, os quais devem ser concebidos como centros organizadores cada vez mais especializados e que mantêm relações de subordinação em relação ao nível imediatamente anterior com relação às suas próprias possibilidades. Lenoir apresenta esquematicamente o modelo de von Baer:

Figura 12. Esquema simplificado do modelo de von Baer dos graus de desenvolvimento e da diferenciação ramificada no interior de um tipo. A partir do tipo que é o centro organizador principal (T) ramificam-se os graus de desenvolvimento imediatamente subordinados (as classes C1 e C2). A partir destes prossegue sequencialmente e do mesmo modo a ramificação com os graus abaixo (ordem, família, gênero e espécie). Por exemplo, a espécie S25 na parte inferior da figura passa pelos estágios T, C2, O5, F6 e G13. Observe que as formas orgânicas (as espécies S) jamais passam umas pelas outras, mas apenas compartilham entre si, no caminho do seu desenvolvimento, determinados estágios antes da sua divergência (LENOIR, 1982, p. 91-2).

²⁶⁸ Cf. LENOIR, 1982, p. 90-1.

Este percurso não linear atinge o seu estágio final quando alcança a forma da espécie a partir da qual se podem produzir as características particulares do indivíduo. É por isto, que Churchill pode afirmar que:

Na combinação com a distinção entre o tipo e os graus de desenvolvimento, as leis do desenvolvimento de von Baer fornecem as ferramentas conceituais para justificar uma organização taxonômica ramificada²⁶⁹.

Na sequência desta afirmação, Churchill conclui então que “na segunda metade do século XIX este padrão desempenhará um papel central na ordenação filogenética da vida”²⁷⁰. Com isto, ele indica que as concepções embriológicas e as leis de von Baer influenciarão e formarão uma base importante para uma série de aspectos da visão evolucionista. A relação feita por von Baer entre estágios ontogenéticos e a organização hierárquica ramificada no interior de um tipo será convertida por meio de uma interpretação evolucionista numa árvore filogenética das espécies estabelecida pela análise da ontogênese de seus indivíduos.

Mas antes de entrarmos propriamente nas questões filogenéticas, vamos explicitar a oposição de von Baer à teoria do paralelismo. Isso porque a sua crítica inicial está dirigida à lei do paralelismo tal qual formulada por Meckel e Serres. Tal crítica está consubstanciada na formulação das duas últimas leis de von Baer. Von Baer é categórico ao afirmar que as formas (espécies), durante o seu desenvolvimento, jamais ‘passam’ ou se ‘assemelham’ a outras formas, mas apenas a seus estágios embrionários. Isto vale para as formas que se encontram no interior de um mesmo tipo e mais ainda para aquelas pertencentes a tipos distintos. No nível dos tipos, esta impossibilidade se coloca no seu extremo, dado que a divisão dos quatro tipos estruturais estabelece a primeira cisão fundamental no sistema animal de modo a impedir que eles possam ser concebidos no interior de uma escala linear. Uma vez que os tipos são irreduzíveis entre si, eles simplesmente não podem ser alinhados numa série, pois se referem a relações estruturais radicalmente distintas e não podem ser concebidos como compartilhando uma base comum. Segundo Russell, von Baer expõe um amplo conjunto de provas

²⁶⁹ CHURCHILL, 1991, p, 11-2.

²⁷⁰ Idem, p. 12.

empíricas, demonstrando que os dados em embriologia não concordavam com as alegações da teoria do paralelismo²⁷¹.

Tanto quanto nos tipos, abaixo deles, no caso dos graus ou estágios de desenvolvimento, von Baer mostra igualmente as inconsistências do paralelismo assentado na linha da escala natural. As relações sistemáticas são ramificadas ou arborescentes de tal modo que a forma de uma espécie qualquer (por exemplo, s21) jamais atravessa durante o seu desenvolvimento um estágio cuja forma seja equivalente à forma final de qualquer das outras espécies (s). Isto resulta do fato de que o caminho de desenvolvimento individual dos organismos de uma dada forma é sempre divergente em relação às demais formas. Elas passam somente por estágios embrionários similares, e isto na medida em que elas eventualmente compartilhem a passagem pelos mesmos centros organizadores durante o seu desenvolvimento.

Como assinalamos acima, a contraposição da embriologia de von Baer à teoria do paralelismo teve como um de seus resultados a elaboração de uma proposta alternativa no interior da morfologia evolucionista. Antes de passarmos para a análise desta proposta, tal qual formulada por Haeckel, objeto da próxima seção, vejamos, na sequência, como a conjugação de paralelismo e embriologia baeriana vai se esboçando a partir da perspectiva evolucionista de Darwin e do naturalista alemão Fritz Müller (1822-1897).

Darwin invocou, já nas primeiras edições do *Sobre a Origem das Espécies*²⁷², o valor das provas embriológicas para a comprovação da teoria da descendência comum, ao lado dos dados oferecidos pela anatomia comparativa e pela paleontologia, dentre outras fontes. Assim, ao longo de dez páginas do capítulo XIII, ele discute o significado da semelhança de estágios embrionários em organismos de diferentes espécies como um apoio para o evolucionismo e para a teoria da seleção natural. Darwin inicia apoiando-se na embriologia comparativa desenvolvida por von Baer. Segundo ele, von Baer havia atribuído uma importância central à comunidade de formas de estágios embrionários entre as espécies para a compreensão das suas relações sistemáticas. Para tal compreensão, ele considerava como central a comparação do modo de evolução das partes, isto é, da ordem de aparecimento de órgãos na ontogênese²⁷³. Deste modo, o

²⁷¹ RUSSELL, 1916, p. 121-3.

²⁷² Comentaremos o texto da segunda edição, de 1860, de *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, editada, portanto, em período anterior ao desenvolvimento dos trabalhos de Fritz Müller e Haeckel.

²⁷³ DARWIN, 1860, p. 381-2.

reconhecimento da existência de semelhanças entre estágios morfogenéticos e a verificação da concordância na ordem de sucessão da ontogênese em diferentes espécies indicavam o grau de comunidade ou proximidade de tais espécies no interior de um determinado tipo ou plano de estrutura. Isto quer dizer que, uma investigação que aferisse a extensão da semelhança dos estágios da ontogênese e o grau de concordância na ordem de aparecimento de tais estágios em distintas espécies, podia estabelecer comparativamente, de um ponto de vista sistemático, a proximidade relativa existente entre tais espécies. Segundo este ponto de vista, no entanto, a comunidade de características embriológicas existente entre espécies era devida ao fato de que elas compartilhavam do mesmo modelo ou plano estrutural, o tipo ou *Bauplan*.

Darwin discute, então, o modo como podem ser concebidas tais concordâncias. Ele salienta, em primeiro lugar, que “os pontos de estrutura em que os embriões dos mais diferentes animais da mesma classe assemelham-se uns com os outros frequentemente não têm relação com as suas condições de existência”²⁷⁴, dado que eles não se encontram ainda em atividade ou não tem uma utilidade visível para o organismo neste estágio²⁷⁵. Avança afirmando, em concordância com von Baer, que os caracteres mais específicos tendem a aparecer em momento mais tardio na ontogenia em relação aos mais gerais²⁷⁶ e acrescenta ainda que as variações de caracteres que ocorreram nos pais tendem a aparecer em momentos correspondentes na prole devido à herança²⁷⁷. Segundo Darwin, estes dois princípios aplicados numa perspectiva evolucionista seriam capazes de explicar:

Estes diversos fatos da embriologia, nomeadamente a diferença de estrutura generalizada, mas não universal entre o embrião e o adulto; as partes no mesmo embrião individual, que no final tornam-se bastante diferentes e servem a diversos propósitos, sendo semelhantes no início do crescimento; da semelhança entre os embriões de diferentes espécies dentro da mesma classe, de modo geral, mas não universal; das estruturas dos embriões não estarem estreitamente relacionadas às suas condições de existência [...] do embrião ter aparentemente, às vezes, uma organização superior àquela do animal maduro no qual se desenvolverá²⁷⁸.

²⁷⁴ Idem, p. 382.

²⁷⁵ Idem, p. 382-3.

²⁷⁶ Idem, p. 385.

²⁷⁷ Idem, p. 386-7.

²⁷⁸ Idem, p. 385.

Desta forma, Darwin defende, ao contrário de von Baer, que por meio de sua teoria esta comunidade de caracteres em diferentes espécies, indicada aqui pela embriologia comparativa, poderia ser reinterpretada como sendo devida às relações de descendência, isto é, às características herdadas de um ancestral comum²⁷⁹, posição que será seguida pelos proponentes da morfologia evolucionista na Alemanha, com destaque para Haeckel e Carl Gegenbaur²⁸⁰. No parágrafo que sucede o texto acima citado, Darwin resume suas conclusões:

Assim, parece-me, que os principais fatos da embriologia, que de modo algum são secundários na história natural, são explicados pelo princípio de que pequenas modificações [originadas] em numerosos descendentes de um ascendente primitivo não surgiram desde o primeiro período da vida de cada um deles, não sendo causadas desde o início e sendo transmitidas por herança no período correspondente [em relação àquele do seu aparecimento]. A embriologia aumenta a sua importância quando, deste modo, consideramos o embrião como um retrato, mais ou menos obscurecido, da forma ancestral comum de cada uma das grandes classes dos animais²⁸¹.

Vemos, portanto, nas suas palavras finais, claramente indicada a noção da recapitulação. Apesar disso, Darwin havia externado poucas linhas antes uma série de reservas quanto à possibilidade de extensão da validade da recapitulação e a sua completa demonstração enquanto uma lei. Isso porque a semelhança entre os estágios embrionários das espécies atuais com as formas de seus ancestrais é frequentemente obliterada (“obscurecida”) pelas sucessivas variações ocorridas ao longo da evolução que afetaram o próprio registro embrionário²⁸².

Fritz Müller produziu as primeiras provas empíricas para a teoria darwinista baseadas no registro embriológico. Ele desenvolveu suas pesquisas na Ilha de Santa Catarina, no Brasil, local em que havia se fixado como professor. Após a leitura da obra de Darwin sobre a origem das espécies, ele decidiu por a prova as idéias aí inscritas aplicando-as aos crustáceos. Além da ampla disponibilidade de espécimes desse grupo no local, a opção de Müller foi motivada também pelo fato de que os crustáceos já eram razoavelmente conhecidos em termos taxonômicos²⁸³. Seu objetivo era o de apresentar

²⁷⁹ Idem, p. 390.

²⁸⁰ PAPAVERO, N. e LLORENTE-BOUSQUETS, 1996, p. 76.

²⁸¹ DARWIN, 1860, p. 391.

²⁸² Idem, p. 391.

²⁸³ PAPAVERO, N. e LLORENTE-BOUSQUETS, 1996, p. 99.

evidências empíricas de que o esquema darwiniano da diferenciação de uma espécie ancestral em populações descendentes estava correto²⁸⁴. Os resultados dessa investigação foram publicados por ele em sua obra *Für Darwin* (1864). Apresentaremos por ora a visão geral de Müller sobre como se processa a evolução e como esta se liga à história do desenvolvimento individual. As suas conclusões positivas quanto à prova embriológica da evolução das espécies constituíram-se na primeira versão da lei biogenética fundamental. Ao final, exporemos dois dos exemplos descobertos e elaborados por ele sobre a embriologia e a taxonomia de crustáceos que, do seu ponto de vista, apoiavam as idéias de Darwin. Alguns aspectos do seu trabalho serão comentados posteriormente *pari passu* com a análise da formulação da lei biogenética de Haeckel na seção seguinte deste capítulo. É de se destacar que apesar das limitadas condições de pesquisa que tinha à sua disposição, Müller realizou um formidável trabalho de coleta e comparação de dados anatômicos e embriológicos, oferecendo uma ampla base empírica para suas afirmações e conjecturas. Ele produziu igualmente uma série de desenhos ilustrativos das suas pesquisas (fig. 2).

Figura 13. Desenhos de Fritz Müller de exemplares adultos de pequenos crustáceos da classe *Malacostraca*. Acima à esquerda (fig. 7), um macho da espécie *Orchestia darwini* (anfípode conhecido como pulga-do-mar). Abaixo à esquerda (fig. 2), uma fêmea da espécie *Tanais dubius* (tanaidáceo). Na imagem à direita (fig. 1), um macho da espécie *Melita exilii* (de um pequeno gênero de anfípodes). As imagens foram extraídas de MÜLLER, 1869 [1864], respectivamente das páginas 25, 16 e 9.

²⁸⁴ Idem, p. 100.

Do ponto de vista teórico, Müller não pretende aportar inovações ao esquema darwiniano. Seu objetivo é apresentar, se possível, dados favoráveis à teoria e crê que um caminho seguro para tanto seria aplicá-la a algum grupo determinado de animais para:

Estabelecer uma árvore genealógica, seja para uma grande família, seja para os gêneros de uma grande família, ou para as espécies de um gênero rico e esboçar um quadro tão completo e claro quanto possível dos antecessores comuns dos distintos grupos mais ou menos relacionados²⁸⁵.

O início do trabalho com os crustáceos conduziu Müller rapidamente a perceber as gigantescas proporções da tarefa a qual ele tinha se proposto, em função do modo como se encontravam os trabalhos sistemáticos então existentes, concentrados principalmente sobre os caracteres que diferenciam os grupos (gêneros, famílias, ordens etc.) em detrimento dos caracteres que unem os membros de cada grupo. Ao lado disso, ele necessitava fundamentalmente do conhecimento de todo o desenvolvimento individual dos grupos aos quais dirigiria sua análise²⁸⁶. Este ponto é de particular importância, pois indica a sua compreensão de que o estabelecimento das relações taxonômicas entre os grupos animais, num sentido evolucionista, dependia de uma compreensão dos processos ontogenéticos. Esta primazia das explicações baseadas na ontogenia comparativa fica clara na estrutura da sua obra.

O método adotado por Müller para encontrar uma sustentação empírica à teoria de Darwin foi o de deduzir as consequências de suas pressuposições no estudo de um grupo particular de animais e deste modo procurar por suas eventuais contradições²⁸⁷. Se esta confrontação com os fenômenos não as expusessem, Müller acreditava que essa base empírica indicava então o acerto da teoria. Com isso em vista, ele volta-se inicialmente para questões relativas exclusivamente à anatomia de formas adultas, que poderiam ser elucidadas por meio do darwinismo. Mas, por esse meio, ele observa que dentro de pouco tempo as possibilidades explicativas atingem o seu limite. Dado o seu alcance restrito, os eventuais exemplos positivos retirados exclusivamente do estudo de

²⁸⁵ MÜLLER, 1996, [1864], p. 107.

²⁸⁶ Idem, p. 108-9.

²⁸⁷ Idem, p. 109.

formas adultas são passíveis de contestação. Adentrando por este caminho, Müller analisa, por exemplo, o caso das distintas famílias de caranguejos cujos indivíduos possuem estruturas corporais ligadas à respiração aérea pelo fato de permanecer muito tempo fora da água. No caso destes caranguejos, o ar deve penetrar pela parte posterior da cavidade branquial. Ele mostra que é coerente com o darwinismo que, nestas famílias de caranguejos, tais estruturas sejam diferentes, na medida em que o abandono da vida exclusivamente aquática é “sem dúvida alguma” anterior à separação de tais famílias, não podendo por isso ser atribuída a um ancestral comum²⁸⁸. Müller assinala que é um apoio à teoria de Darwin o fato de que um de seus requerimentos, a saber, que “quando quaisquer mecanismos peculiares existam para a respiração aérea, estes sejam diferentemente construídos nas famílias”, esteja em perfeito acordo com a experiência²⁸⁹. Outro caso que Müller analisa com apoio exclusivo na anatomia de formas adultas é a do dimorfismo sexual de machos de uma espécie de pequenos crustáceos conhecidos como tanaidáceos. Os machos da espécie *Tanais dubius* apresentam duas formas bastante distintas quando adultos, assemelhando-se ambos com a fêmea em estados juvenis. Uma vez que está afastada a possibilidade da existência de duas espécies diferentes com fêmeas semelhantes, Müller conclui que a diferenciação na forma dos machos só pode ser explicada pela seleção natural²⁹⁰.

Mas, apesar da importância de tais constatações, Müller afirma que é necessário ultrapassar os limites da pura anatomia e adentrar o campo da embriologia para abranger um conjunto maior de fenômenos²⁹¹. Para estabelecer as reais relações genealógicas entre as espécies e necessário localizar a sua forma ancestral no registro embrionário. Uma forma intermediária que é pressuposta como a antecessora original de duas ou mais formas posteriores derivadas não pode ser localizada no mais das vezes nem por via da anatomia comparativa, nem por intermédio do registro paleontológico. Mas Müller crê que essa excepcionalidade da preservação das formas intermediárias nos diversos sedimentos geológicos e a inexistência de formas intermediárias atuais, pode ser amplamente suprida por meio do estudo do desenvolvimento individual dos animais²⁹².

²⁸⁸ Idem, p. 110.

²⁸⁹ Idem, p. 121.

²⁹⁰ Idem, p. 113-8.

²⁹¹ Idem, p. 124.

²⁹² Idem, p. 109.

Müller concederá centralidade aos estudos ontogenéticos para o estabelecimento das relações taxonômicas entre as diversas formas, agora em sentido filogenético. É neste sentido que ele desenvolve sua obra iniciando pelas considerações de ordem anatômica dos primeiros capítulos e culminando nos estudos de caráter embriológico e ontogenético. Assim, os capítulos II, III, IV, V e VI são dedicados respectivamente ao estudo de caracteres adultos de crustáceos do gênero *Melita*, à morfologia dos crustáceos (que discute algumas formas larvais), ao dimorfismo sexual em tanaidáceos, a aspectos da respiração aérea em formas adultas de caranguejos terrestres e à estrutura do coração dos caranguejos. Por outro lado, os capítulos VII, VIII e IX são dedicados à história do desenvolvimento individual de diversos grupos de crustáceos. É neste sentido que, ao final do capítulo VI, Müller nos diz:

Todavia, por mais favorável que seja para Darwin os exemplos até agora referidos [baseados em dados anatômicos], pode-se levantar contra eles, e com justiça, a objeção de que são fatos isolados e que quando as considerações baseadas neles são estendidas além daquilo que eles apresentam de imediato só podem afastar-nos do verdadeiro caminho, com a máxima facilidade, como o brilho enganoso de um fogo fátuo... Voltemo-nos, portanto, para um campo mais amplo, o da embriogênese dos crustáceos, sobre a qual a ciência já reuniu um grande número de fatos notáveis que, contudo, tem restado como um infecundo acúmulo de material impraticável e cru; vejamos como, sob as mãos de Darwin, essas pedras esparsas se unem para formar uma estrutura sólida, em que cada coisa produzida ou a ser produzida encontra o seu lugar apropriado²⁹³.

Podemos dizer então que o objetivo geral de Müller foi demonstrar que, em conformidade com a teoria darwinista, a história das formas primitivas, isto é, o caminho da sua evolução, encontra-se preservada na embriogênese da sua descendência²⁹⁴. Ele reuniu um conjunto de fatos comprobatórios desta asserção fundamental de que a ontogênese é um retrato mais ou menos fiel da filogênese. Mas, na medida em que esta recapitulação da história evolutiva na embriogênese não é perfeita, ele procurou mostrar também os mecanismos pelos quais se operam restrições da repetição da sequência total das mudanças históricas de forma nos estágios do

²⁹³ Idem, p. 124.

²⁹⁴ Idem, p. 153-4.

desenvolvimento²⁹⁵. Müller não formula uma teórica abrangente sobre as relações entre a ontogênese e a filogênese, mas ele avança nos capítulos finais (X, XI e XII) para considerações sobre os princípios de classificação e sobre o progresso da evolução. Para Müller, as conclusões que obteve em suas investigações com crustáceos devem ser entendidas, de modo geral, como consequências diretamente deduzidas da teoria darwiniana.

Feitas essas considerações gerais sobre a visão de Müller, passemos à exposição de dois exemplos por ele desenvolvidos de aplicação do desenvolvimento individual dos crustáceos a uma taxonomia evolutiva. Inicialmente, vamos verificar a questão colocada por Müller no capítulo VII. Aí ele discutiu os estágios da metamorfose dos *Podophthalma*, dado que eles apresentam, de modo geral, desenvolvimento indireto, isto é, neste grupo se conhecem “poucas espécies que eclodem dos ovos com a forma de seus progenitores”²⁹⁶. Já na primeira parte da obra, segundo a divisão apontada acima, Müller havia indicado o papel especial que a descoberta de um estágio larval comum no desenvolvimento individual dos crustáceos desempenhou nas suas investigações:

Considerações sobre a embriogênese dos crustáceos levaram-me a conclusão de que se os crustáceos superiores e inferiores derivaram de um antecessor comum, os primeiros também devem, em outros tempos, ter passado por um estado naupliiforme. Pouco tempo depois descobri o náuplio dos camarões e devo admitir que, foi esta descoberta o que me induziu, pela primeira vez, a me inclinar a favor de Darwin²⁹⁷.

Deste modo, Müller generalizou a presença do estágio náuplio entre os crustáceos. Refere-se ele ao fato que o primeiro estágio larval até então conhecido dos crustáceos superiores (como o camarão, a lagosta, o caranguejo e o siri) era a zoea, enquanto que nos crustáceos inferiores (em geral microcrustáceos como o copépode e o krill) este estágio larval típico era o náuplio. O náuplio caracteriza-se de modo geral pela posse de um corpo simples (sem divisão entre o cefalotórax e o abdome), com apenas três pares de apêndices e um pequeno olho, enquanto que a zoea apresenta já uma estrutura corporal mais complexa com divisão entre o cefalotórax e o abdome, maior número de pares de apêndices e dois olhos. As duas formas larvais desses dois grandes grupos de crustáceos apresentam um estilo de vida livre após a eclosão do ovo e

²⁹⁵ Idem, p. 154-6.

²⁹⁶ Idem, p. 125.

²⁹⁷ Idem, p. 111.

nenhum tipo de transição ou desenvolvimento de uma forma à outra havia sido estabelecido. Müller explica como pôde estabelecer a relação entre os estágios de náuplio e de zoea: “Claus encontrou nos ovos da lagosta (*Palinurus*) embriões com o corpo todo segmentado, mas sem os apêndices caudais, sem o abdômen e sem os dois últimos segmentos do corpo mediano; possuem um único olho mediano” ²⁹⁸. Ele prossegue, a partir deste dado, procurando mostrar que se poderia encontrar uma forma embrionária (portanto, antes da eclosão) semelhante ao estágio náuplio nos crustáceos superiores. Ele investiga então este possível desenvolvimento com os seus modos de transição de uma forma à outra.

Para uma dessas espécies [de camarões do gênero *Penaeus*] encontraram-se as formas intermediárias que levam do náuplio ao camarão, em série quase completa [...] As formas mais jovens de náuplios são seguidas imediatamente por formas nas quais uma prega da pele corre através do dorso, por detrás do terceiro par de patas; e quatro pares de processos toscos – rudimentos de novos apêndices – emergem da superfície ventral. Do terceiro par de patas desenvolvem-se poderosas maxilas... Depois da muda subsequente surgem os novos apêndices – as maxilas e os maxilípedes anteriores e intermediários - e assim o náuplio transforma-se em zoea²⁹⁹.

Prosseguindo nessa direção, Fritz Müller mostra que, na sua análise de diversos casos do desenvolvimento individual de crustáceos superiores, ele pôde localizar estágios embrionários cujas estruturas eram afins às estruturas do estágio larval de náuplio, típico dos crustáceos inferiores. Mais do que isto, ele pôde verificar nesses casos a transição da estrutura de náuplio à estrutura de zoea (fig. 2).

²⁹⁸ Idem, p. 129.

²⁹⁹ Idem, p. 129.

Figura 14. Desenhos de Fritz Müller de três estágios da ontogenia em uma espécie de camarão. À esquerda o náuplio (Fig. 28), com a estrutura larval mais simples, típica dos crustáceos inferiores. Observe-se o corpo integrado (sem divisão cefalotórax e abdome) e os três pares de apêndices, partindo dois destes pares de apêndices da parte anterior (parte superior da figura) e um da parte posterior (parte inferior da figura). Tais apêndices apresentam terminações secundárias. Ao centro a zoea jovem (Fig. 29) apresentando já uma nítida divisão corporal e um número maior de pares de apêndices. Por fim, à direita a zoea mais velha (Fig. 30). O desenvolvimento dos apêndices é acompanhado da segmentação corporal, do aparecimento dos apêndices caudais e do par de olhos (MÜLLER, 1869 [1864], p. 130-1).

Essa investigação conduz a algumas conclusões importantes. Significa que a forma de zoea é redutível à forma mais elementar de náuplio, isto é, que se podem traçar caminhos seguros de conexão que alcançando a forma zoea tiveram como ponto de partida a forma náuplio. Significa também que os indivíduos desses dois grupos de crustáceos compartilham, portanto, a forma desse estágio básico no seu desenvolvimento em distintos momentos. A relação assim estabelecida entre os crustáceos superiores e os inferiores, dá indicações importantes de como, de um ponto de vista evolucionista, se poderia reconstruir a sua história primitiva segundo os elos e as sequências semelhantes do desenvolvimento que, registrados no curso da sua ontogenia, denunciam uma ancestralidade comum.

Vamos agora ao segundo exemplo. Müller fornece esse exemplo na parte final do livro (capítulo XI) para reforçar seu argumento da recapitulação desenvolvido com os crustáceos. Neste exemplo, ele dedica-se, ainda que brevemente, a alguns anelídeos (vermes segmentados) da classe poliqueta. Müller acompanhou o desenvolvimento dos poliquetas tubícolas, que têm vida sedentária e se encerram dentro de tubos por eles construídos. Eles compõem a família Serpulidae, com algumas dezenas de gêneros dos quais três são o *Protula*, o *Filograna* e o *Serpula*. A figura abaixo ilustra o desenvolvimento de políquetas tubícolas, verificado por Müller e, ao lado, espécimes adultos do gênero *Serpula*.

Figura 15. À esquerda, os desenhos de Müller de três estágios da ontogênese de um verme tubícola (MÜLLER, 1869 [1864], p. 154). No detalhe à direita, exemplares adultos do gênero *Serpula* nos quais se pode observar claramente a profusão de filamentos branquiais plumosos e um espesso opérculo não plumoso (FINLEY, John H. *Nelson's Perpetual Loose-Leaf Encyclopedia*, New York City: Thomas Nelson and Sons, 1917, 11:113).

Diz-nos, então, Müller, sobre o desenvolvimento individual desses poliquetas (as figuras numeradas a que ele se refere estão apresentadas na figura 3), o seguinte:

Um dos exemplos mais simples é brindado pelo desenvolvimento dos anelídeos tubícolas. Justamente por sua simplicidade, parece bastante próprio para abrir os olhos

dos muitos que não querem enxergar e, por isso, [tal exemplo] tem aqui o seu lugar. Há três anos encontrei alguns pequenos vermes (fig. 65) nas paredes de um de meus aquários, cujos habitantes tinham três pares de filamentos branquiais plumosos e não possuíam opérculo. Por isto deveríamos referi-lo ao gênero *Protula*. Poucos dias depois, um dos filamentos branquiais, por um espessamento de sua extremidade, gerou um opérculo (fig. 66). Agora esses animais faziam recordar, pelo seu pedúnculo opercular plumoso, o gênero *Filograna*, com a única diferença que este possui dois opérculos. Três dias mais tarde, durante os quais surgiu um novo par de filamentos branquiais, e o pedúnculo opercular havia perdido os seus filamentos laterais (fig. 67), os vermes haviam se convertido numa *Serpula*. De modo espontâneo apresenta-se aqui a suposição de que os primitivos vermes tubícolas foram uma *Protula* – que se modificaram depois para melhorar, pela formação de um opérculo que podia proteger seus tubos contra inimigos intrusos – e que os descendentes destas últimas formas, finalmente, perderam os filamentos laterais do pedúnculo opercular, que haviam desenvolvido de seus antecessores³⁰⁰.

O exemplo é, de fato, bastante simples. O desenvolvimento individual de um poliqueta tubícola, que, considerando-se o estágio final apresentado, deve ser considerado pertencente a uma espécie do gênero *Serpula*, atravessou anteriormente dois estágios que se identificavam claramente, a cada vez, com as formas de outros dois gêneros de poliquetas tubícolas, *Protula* e *Filograna*. A imagem parece sugerir de modo eloquente, segundo Müller, que uma interpretação evolutiva é a melhor forma de compreender o fenômeno. Essa similaridade entre, de um lado, o primeiro e o segundo estágios verificados do desenvolvimento do *Serpula* e, de outro, a forma característica respectivamente do gênero *Protula* e do *Filograna*, indicam qual é a relação ancestral-descendente que existe entre os três gêneros. Em termos evolutivos, a forma característica do gênero *Filograna* emergiu da forma do *Protula*, e a forma do gênero *Serpula* surgiu a partir de mudanças da forma do gênero *Filograna*. Destacamos abaixo (figura 4) a imagem da parte anterior dos três estágios na qual ocorrem as modificações:

³⁰⁰ MÜLLER, 1996 [1864], 153.

Figura 16. Detalhe do desenho de Müller do desenvolvimento de um poliqueta tubícola. À esquerda vemos o poliqueta com os seus três pares de filamentos branquiais plumosos. Na sequência (imagem central) um dos filamentos (o segundo da esquerda para a direita) tornou-se um opérculo com o espessamento da extremidade, mantendo ainda o seu caráter plumoso que advém do filamento branquial que lhe dá origem. Por fim à direita, o opérculo perde os filamentos laterais que conferiam a ele o caráter plumoso. Novos filamentos branquiais podem ser vistos emergindo à direita e à esquerda. Cada um dos três estágios do desenvolvimento exibidos corresponde à forma típica de um gênero de poliquetas tubícolas (*Protula*, *Filograna* e *Serpula*). Portanto, segundo Müller, as transformações apresentadas correspondem ao modo de evolução desses gêneros (MÜLLER, 1869 [1864], p. 154).

O trabalho de Müller de comprovação empírica da evolução e da seleção natural a partir da embriologia e a sua visão de que as consequências extraídas da teoria de Darwin conduziam a um mecanismo recapitulacionista estimularam outras investigações, dentre as quais se destaca a de Haeckel. Esse trabalho de Müller é amplamente citado na *Morfologia Geral* e em diversas de suas obras posteriores, inclusive nos artigos sobre a teoria da gastrea. Além de incorporar em suas obras várias das informações fornecidas por Müller sobre a anatomia e a classificação dos crustáceos, Haeckel assimilou o método que utiliza as provas embriológicas para a confirmação do evolucionismo darwinista. Haeckel também discutiu especialmente a importância da descoberta da forma náuplio em todos os crustáceos. A comprovação da unidade do grupo dos crustáceos a partir de um estágio embrionário comum indicava claramente a existência de uma forma ancestral comum. Desse modo as conclusões do *Für Darwin* serão relevantes em primeiro lugar para a formulação de Haeckel da lei biogenética fundamental, a qual representa uma elaboração teórica mais geral e articulada das idéias de Müller. Mas o entendimento de que o estágio comum de náuplio é uma expressão da própria forma do ancestral dos crustáceos abriu certamente o caminho para as pesquisas que conduzirão Haeckel à teoria da gastrea.

2. O PROBLEMA DO ENTENDIMENTO DA ONTOGENIA

2.1. O LUGAR DA ONTOGENIA NO SISTEMA HAECKELIANO

A lei biogenética fundamental encontra-se inserida na *Morfologia Geral* na seção dedicada ao desenvolvimento individual ou ontogênese. A formulação de tal teoria é, de fato, o coroamento e a conclusão das teses ontogenéticas aí elaboradas. Isto porque a função explicativa da lei biogenética fundamental é, antes de tudo, dar conta da compreensão dos processos de transformação da ontogênese. A estrutura geral da lei biogenética fundamental está, é claro, voltada para a produção de uma compreensão conjunta e articulada dos processos da filogênese e da ontogênese, mas a sua essência explicativa volta-se em primeiro lugar para a ontogênese. É neste sentido, que Haeckel afirma para aqueles que julgam que a idéia da transformação lenta das espécies é uma coisa maravilhosa e inacreditável, que a transformação relativamente rápida dos organismos individuais na ontogênese é muito mais incrível e maravilhosa, embora esta última ocorra de modo irrecusável bem diante do observador.

Na verdade, se compararmos entre si as duas séries evolutivas [ontogênese e filogênese], se alguém se perguntar qual delas é a mais maravilhosa, é de se convir, que há muito mais mistério na ontogenia, isto é, no desenvolvimento curto e rápido do indivíduo, do que na filogenia, isto é, a lenta e gradual evolução genealógica. Trata-se do mesmo tipo de metamorfose, mas essa metamorfose opera no segundo caso através de milhares de anos, enquanto no primeiro caso ocorre em alguns meses. Esta metamorfose surpreendente e rápida do indivíduo na ontogênese, essa metamorfose que podemos verificar pela observação direta é mais incompreensível e mais espantosa do que a metamorfose análoga, mais lenta e gradual da filogênese através da longa série ancestral do indivíduo ³⁰¹.

Deste modo, segundo o ponto de vista de Haeckel, o profundo problema colocado é o de buscar uma explicação para as incríveis transformações ocorridas na ontogênese sem recorrer a forças vitais especiais que fossem as responsáveis por dirigir tais processos de transformação. Dentro do quadro das pesquisas e teorias embriológicas então vigentes, estava constituído para Haeckel um importante dilema. A anterior

³⁰¹ HAECKEL, 1930 [1868], p. 227-8.

hipótese preformacionista que supunha ser o desenvolvimento individual um mero crescimento de embriões diminutos, já plenamente formados quanto às suas estruturas, tinha como uma de suas consequências a possibilidade de interpretar a embriogênese nos marcos das concepções mecanicistas³⁰². Segundo Coleman, “os preformacionistas do século XVIII aceitavam e exploravam amplamente a legitimidade prescrita de um universo newtoniano” e, uma vez que se pudesse garantir um equacionamento para conceber a criação original, a qual era atribuída à sabedoria divina, “os acontecimentos subsequentes (de fato, o desdobrar do crescimento) do embrião tinham de estar subordinadas a um ou outro dos então populares sistemas de leis mecanicistas”³⁰³. Por outro lado, aqueles que concebiam o desenvolvimento como um processo epigenético, como era o caso de Haeckel, tinham pela frente uma tarefa bastante mais árdua e complexa. Assim, segundo Coleman:

[O epigeneticista] não era capaz de postular a existência originária de nenhum organismo e, portanto, estava obrigado a lidar com a questão da produção real de tal criatura entre os fenômenos em constante transformação do mundo presente... Por conseguinte, se a forma orgânica não é original, mas produzida, o que poderia ser a causa regular e direta de um processo de desenvolvimento tão extraordinariamente complexo? [...] Colocar esta pergunta era, para os epigeneticistas mais determinados, antecipar a sua resposta: postulavam a existência de uma força especial do desenvolvimento³⁰⁴.

Dado este quadro complexo de questões e devido à negativa de Haeckel em recorrer a uma força especial diretora do desenvolvimento, na medida em ele reputava essa alternativa como a admissão de um agente acima ou fora da natureza, era necessária a formulação de uma teoria robusta sobre o desenvolvimento que, coerente com os fatos observados, lançasse mão de princípios exclusivamente inscritos nos domínios da ciência natural. Note-se que, diferentemente da hipótese da transformação e da evolução das espécies e das questões filogenéticas a elas associadas, trata-se aqui, no caso da ontogenia, de um fenômeno comprovado e observável, que transcorre num período relativamente curto e que aguarda a sua devida explicação teórica. E este é, portanto, o sentido do espanto comparativamente maior que a ontogenia deve produzir

³⁰² COLEMAN, 2002, p. 65-7 e 75-6.

³⁰³ Idem, p. 75.

³⁰⁴ Idem, p. 76.

em relação à filogenia, descrito na passagem de Haeckel atrás citada. Um fenômeno orgânico concreto e palpável e que é, no entanto, avesso e ininteligível às abordagens diretas. Ele requer uma compreensão natural, mas o seu mecanismo não pode ser desvendado ou acessado de um modo meramente empírico.

Por outro lado, a ordem do aparecimento das duas séries biogenéticas na estrutura do texto de Haeckel (a ontogênese precedendo a filogênese) aponta para o fato de que as forças ou atividades fisiológicas (causais) da herança e da adaptação, que estão implicadas, como nós veremos abaixo, na produção da evolução das espécies, estão atuando de fato no nível da ontogênese, nos ciclos vitais da individualidade genealógica de primeira ordem. Este destaque prévio visa mostrar que a aparente contradição quanto à precedência dos fenômenos, eventualmente provocada pela afirmação de Haeckel de que “a filogênese é a causa da ontogênese”, só pode ser entendida no contexto de sua proposta global. Não queremos dizer com isso que o sentido correto dessa expressão de Haeckel seja diferente do que está diretamente expresso. É claro o sentido causal que ele consignou com tal expressão como forma de explicar os passos do desenvolvimento individual epigenético. Tais passos são uma recapitulação da evolução da espécie. Mas queremos significar que dentro da visão global de Haeckel da evolução como fenômeno de base da natureza e que é manifestação das próprias forças internas à matéria em geral e à matéria orgânica em particular, a ontogênese não desempenha um papel meramente passivo de reprodução de algo que lhe é exterior. Ao contrário, dado que a visão evolucionista de Haeckel envolve a noção de uma dinâmica interna ao ser orgânico, uma capacidade ou impulso organizador que se modela na interação com o meio, o sentido de sua morfologia precisa ser entendido tendo-se em conta o poder transformador que se expressa no próprio processo ontogenético. Numa palavra, no evolucionismo de Haeckel o componente histórico e não finalista do processo evolutivo combina-se com o componente dinâmico próprio dos seres orgânicos.

Diante desse quadro, é possível afirmar a tese de que o estudo da ontogenia tem centralidade na formulação da lei biogenética fundamental. Ainda que esta teoria funcione como um todo articulado, ou mesmo orgânico, no sentido de que suas partes não podem ser corretamente concebidas separadamente do todo, podemos entender esta centralidade da ontogenia em pelo menos dois sentidos. No sentido em que ela é o fenômeno de base a cobrar de imediato uma explicação e cuja inteligibilidade coloca-se como um desafio. E depois no sentido em que a ontogenia oferece os temas principais

para conceber a transformação ou mudança das formas orgânicas e como imagem heurística, a partir da qual se podem compreender fenômenos de transformação em outras séries do desenvolvimento orgânico.

2.2. OS CAMINHOS PARA A EXPLICAÇÃO DA ONTOGENIA

A elaboração de uma explicação do processo ontogenético enfrentava dificuldades expressivas, como vimos no item anterior. Na visão de Haeckel, nesse campo de estudos estavam concentrados vários dos problemas que desafiavam a ciência biológica e que a tinham conduzido seguidamente à adoção de explicações teleológica. Dados esses desafios, o estudo da ontogenia era para Haeckel um lugar por excelência no qual a mera verificação de fatos isolados e um enfoque fragmentário não podiam alcançar resultados efetivos para a explicação dos fenômenos. Como vimos no primeiro capítulo (item 3.1), em sua visão a ciência tinha dois elementos constitutivos, a experiência e a especulação. Para Haeckel, um conhecimento assentado exclusivamente na verificação empírica encerraria a ciência dentro de limites meramente descritivos. A verificação empírica de uma série de fatos não resulta numa efetiva explicação, porque o método indutivo por si só é insuficiente para produzir uma explicação causal.

O próprio Haeckel valorizou o trabalho experimental e, de fato, desenvolveu além de observações, uma série de experimentações as quais realizava de modo entrelaçado às considerações de ordem evolutiva. Seus experimentos prefiguraram um tipo de trabalho que, porém, foi realizado depois em chave exclusivamente empírica³⁰⁵. O sentido de sua crítica foi direcionado justamente a esse tipo de abordagem que excluía da ciência o componente especulativo:

Fundando-se no princípio verdadeiro de que toda a ciência tem a sua origem na experiência, os representantes da “ciência experimental” declaram que com a observação exata dos fatos e a sua descrição termina o papel da ciência e que a especulação filosófica não passa de um jogo do espírito³⁰⁶.

Seja como observação, seja como experimento, isto é, na observação feita em condições previamente determinadas, a experiência precisa ser empreendida e executada

³⁰⁵ Cf. RICHARDS, 2008, p. 189.

³⁰⁶ HAECKEL, 1963 [1904], p. 6.

de um modo racional. “A natureza só pode dar uma resposta exata e clara quando a pergunta lhe for feita da maneira precisa” ³⁰⁷. Assim, não basta apenas o trabalho exaustivo da investigação empírica, pois se este não tiver como seu aliado a reflexão filosófica “o experimentador esgota-se em tentativas vãs com a louca esperança que delas saia qualquer coisa” ³⁰⁸. Esta postura fundamental para a ciência que está desde o início na raiz do pensamento haeckeliano irá opor-se radicalmente às tendências experimentalistas das últimas décadas do século XIX da chamada mecânica do desenvolvimento³⁰⁹ (*Entwicklungsmechanik*). A mecânica do desenvolvimento constituiu-se numa reação à morfologia evolucionista defendida por Haeckel, a qual procurou estabelecer uma via de estudos embriológicos desconectada das questões filogenéticas e que estivesse baseada apenas em estudos fisiológicos, a partir de um método experimental no qual as causas pudessem ser verificadas diretamente. Um dos expoentes desta tendência foi Wilhelm His (1831-1904). Dentre os novos embriologistas que desenvolveram a *Entwicklungsmechanik* estavam vários ex-alunos de Haeckel como Wilhelm Roux (1850-1924) e Hans Driesch (1867-1941), que posteriormente rejeitou esta via de investigação. Haeckel afirma: essa abordagem de investigação dos fenômenos do desenvolvimento.

A nova ciência da embriologia e da mecânica do desenvolvimento experimental é particularmente rica em experiências inúteis e sem razão de ser. É louca a conduta dos biólogos que querem transportar a via experimental para o domínio morfológico, onde raras vezes pode ser útil [...] Não é menor erro querer aplicar a via experimental aos problemas históricos, onde lhe faltam todas as condições de êxito³¹⁰.

Haeckel procurou mostrar que a abordagem sintética defendida por ele não era uma necessidade apenas das ciências do orgânico, sendo esse o método que ordinariamente conduz à produção de conhecimento científico tanto na biologia como na química e na física. E as objeções feitas a essa abordagem estendem-se igualmente ao restante da ciência. Haeckel acredita que a crítica de que a abordagem sintética do evolucionismo continua ainda assim incapaz de explicar as propriedades últimas da matéria organizada, não a diferencia substancialmente dos limites explicativos da física

³⁰⁷ Idem, p. 9-10.

³⁰⁸ Idem, p. 10.

³⁰⁹ Cf. RADL, 1988, v. 2, p. 377-392; COLEMAN, 2002, p. 93-9.

³¹⁰ HAECKEL, 1963 [1904], p. 10.

e da química. As possibilidades da ciência são limitadas a certo grau em qualquer dos casos³¹¹.

Explicando os mais simples fenômenos físicos ou químicos, a queda dos corpos ou uma composição química, esbarramos depois de descobrir e comprovar as causas eficientes, gravidade e afinidade química, em outros fenômenos mais remotos, que restam como enigmas na sua natureza íntima³¹².

Haeckel argumenta que, neste caso, os procedimentos são análogos, isto é, que tanto a biologia quanto a física e a química enquanto ciências que apresentam teorias bem fundamentadas dependem da combinação da mais ampla investigação empírica com uma profunda compreensão racional, capaz de tornar inteligível e apreensível os fundamentos últimos da natureza. Este é o modo pelo qual os grandes postulados da ciência natural ganham significado. Evitar o componente especulativo das teorias científicas equivale a renunciar à explicação causal e retirar-se para os estreitos domínios da descrição. Porém, “há milhares de anos, toda a verdadeira ciência não procura simplesmente dar a descrição de fenômenos isolados, mas sim dar também a sua interpretação causal”³¹³. Haeckel não desconhece os limites a que pode chegar tal empreendimento quanto ao estabelecimento de uma verdade definitiva, pois para ele “o conhecimento das causas finais fica sempre mais ou menos incompleto ou hipotético”, mas lembra que “o mesmo sucede à descrição do fato”³¹⁴. É a partir desta compreensão que Haeckel assevera que a extraordinária importância da teoria de Darwin deve-se ao fato dela assentar-se em propriedades gerais há muito tempo reconhecidas, e que ela agrupa de modo compreensivo e extremamente engenhoso uma grande quantidade de fenômenos até então isolados³¹⁵.

Segundo Haeckel, um exemplo de aplicação da abordagem sintética na física é a fundação da análise espectral pelo alemão Gustav Kirchhoff (1824-1887). Esse exemplo é relevante para Haeckel porque o físico alemão não reconhece o seu uso de componentes especulativos no seu trabalho e advoga um empirismo puro. Haeckel critica expressamente a declaração de Kirchhoff de que a descrição é o fim último e

³¹¹ HAECKEL, 1930 [1868], p. 22-3.

³¹² Idem, p. 23.

³¹³ HAECKEL, 1963 [1904], p. 7.

³¹⁴ Idem, p. 7.

³¹⁵ HAECKEL, 1930 [1868], p. 22.

mais elevado da ciência³¹⁶. Tal opinião encontra-se em desacordo com o próprio método de desenvolvimento de sua obra na medida em que a significação da sua teoria da análise espectral “não repousa sobre o descobrimento de fatos surpreendentes da óptica espectral e sobre a “descrição completa” de cada espectro em particular, mas sim à sua combinação e à sua interpretação racional. As conclusões filosóficas que Kirchoff daí tirou abriram vias inteiramente novas à química e à astrofísica”³¹⁷. Na biologia, um caso exemplar desta abordagem sintética foi o modo do desenvolvimento da patologia celular por Virchow. Ele estabeleceu uma perspectiva e uma teoria da doença radicalmente nova a partir da combinação de numerosas observações e pelas conclusões nelas baseadas³¹⁸.

Segundo Haeckel, a abordagem exclusivamente empírica teve como uma de suas decorrências a extrema especialização e a visão fragmentada e parcial da natureza. Isso resultava numa perda da visão de conjunto da ciência e de sua própria capacidade de produzir um conhecimento genuíno. Mas o profundo progresso das ciências naturais e o desenvolvimento das técnicas de observação acabaram por conduzir a uma forçada divisão do trabalho estimulada pelas dimensões amplas dos domínios a serem abarcados por tais ciências. O triunfo do método da observação teve como um de seus resultados a perda da visão de conjunto e a própria possibilidade de penetrar nas causas dos fenômenos que era justamente o seu objetivo primeiro³¹⁹. A natureza da crítica de Haeckel em relação à eventual fragmentação do trabalho científico evidencia-se, por exemplo, no comentário contemporâneo de Gilbert em relação à prática científica.

Nas décadas de 1870 e de 1880, os jovens zoólogos se afastavam dessas “questões biológicas” em direção às questões de fisiologia interna e anatomia. Embriologistas mais velhos, como Carl Siebold e Ernst Haeckel, que desenvolveram seus trabalhos em um contexto evolucionário ou ambiental se desesperavam porque a “próxima geração de ‘zoólogos científicos’ somente conheceria *cortes seccionais* e *tecidos corados*, mas não o animal inteiro e nem seu modo de vida” (Haeckel, 1881[citado a partir de Nyhart, 1995]). Eles estavam atônitos pela falta de interesse dos jovens pesquisadores em estudar o embrião vivo no seu habitat natural. Siebold justificou

³¹⁶ Idem, p. 7.

³¹⁷ Idem, p. 7.

³¹⁸ Cf. HAECKEL, 1963 [1904], p. 6; Haeckel observa ainda nesta passagem a mudança de posicionamento de Rudolf Virchow em relação à ciência, aderindo ao puro conhecimento dos fatos pela via empírica.

³¹⁹ HAECKEL, 1963 [1904], p. 6-10.

esses excessos observando que a pressão para publicar exercida sobre os jovens cientistas os forçava a realizar pesquisa que podia ser feita em poucos meses, em lugar das que ele realizava e que levavam anos para serem completadas³²⁰.

Para Haeckel, as dificuldades de compreensão dos fenômenos orgânicos, e em particular dos fenômenos da ontogênese, devem conduzir à adoção de um caminho de investigação que conjuga necessariamente e de modo simultâneo a abordagem dos diversos aspectos pelos quais tais fenômenos se manifestam. É por isso que Haeckel, no intuito de por em destaque a sua perspectiva de ciência, abre o capítulo 20 da *Morfologia Geral*, sobre as teses ontogenéticas, citando o aforismo de Goethe no qual afirma que “nenhum fenômeno esclarece-se em si e a partir de si mesmo; somente muitas coisas, consideradas conjuntamente, ordenadas metodicamente, são capazes de fornecer por fim algo que poderia ser válido como uma teoria”³²¹. Na esteira de Goethe, Haeckel acredita que os fenômenos da gênese orgânica precisam ser compreendidos a partir de uma abordagem múltipla que enfoque os seus vários aspectos, mas que se dirige essencialmente para o todo da forma, objetivando a produção de uma imagem integrada da sua natureza e do seu funcionamento.

Não se tratava para Haeckel simplesmente do desenvolvimento de uma visão mais abrangente ou da inclusão de aspectos complementares ao objeto da pesquisa, mas sim da própria possibilidade de produção de qualquer conhecimento científico. A proposta de ciência de Haeckel procura afastar-se do puro empirismo sem cair, contudo, na pura especulação. Tal proposta não tinha como princípio nem como consequência, do seu ponto de vista, a reintrodução da metafísica nos domínios da ciência. Ao contrário, Haeckel acreditava que, além de evitar a metafísica, pela rejeição da teleologia, o método preconizado por ele era o único que podia conduzir à verdadeira ciência. Isto é, reunindo experiência e reflexão de modo a conseguir com um mínimo de postulados em relação à natureza última da matéria lograr a explicação do maior conjunto de fenômenos orgânicos possível. Neste sentido, ele acreditava que estava seguindo os passos das ciências físicas. Como é claro a sua visão conduziu a uma abordagem sintética que foi desenvolvida não apenas no quadro geral de sua morfologia evolutiva, mas diretamente também nos seus estudos sobre a ontogênese.

³²⁰ GILBERT, 2003 [1997], p. 805-6.

³²¹ Goethe *apud* HAECKEL, 1866, II, p. 295. Cotejado com a tradução de Marco Antônio Casanova, Goethe, J. W. *Máximas e Reflexões*, 2003.

3. A FORMULAÇÃO DA LEI BIOGENÉTICA FUNDAMENTAL

A lei biogenética fundamental é a teoria de Haeckel que expressa que a ontogenia recapitula a filogenia. Segundo tal teoria os principais estágios do desenvolvimento de um indivíduo orgânico recapitulam a forma de ancestrais na série evolutiva. Segundo Russell, Haeckel utilizou como base central da lei biogenética fundamental as idéias de Fritz Müller “dando a elas uma formulação mais técnica e mais precisa, mas sem adicionar nada de essencialmente novo a essas idéias”³²². Segundo tal interpretação, o aspecto teórico superior da elaboração de Haeckel decorreria da sua sistematização e da estrutura lógica conferida a um conjunto de idéias já presentes em Müller e, provavelmente, em Darwin³²³. Contudo, a abrangência projetada por Haeckel para a sua teoria é mais ambiciosa. Ele pretende oferecer uma visão geral, ao mesmo tempo ampla e coerente, de toda a geração orgânica. E com este objetivo em mente Haeckel irá aventurar-se num número maior de campos de estudo e de teorias, comparando-as, criticando-as e, eventualmente, sintetizando-as para construir e sustentar uma explicação naturalizada do conjunto dos fenômenos orgânicos.

Haeckel elaborou uma proposta sobre o desenvolvimento orgânico que se pretendia integral. Para precisar agora o amplo alcance desta pretensão, é necessário dizer ainda que sua proposta de uma ciência das formas orgânicas buscava abarcar de modo compreensivo desde o surgimento das formas orgânicas mais elementares e primitivas a partir da matéria inorgânica até os animais e plantas superiores, conectando todos os seres naturais de modo contínuo e gradual, embora em séries divergentes que se unificavam numa estrutura arborescente. Assim, o objetivo principal de Haeckel para uma morfologia evolucionista envolvia a indicação expressa e o entendimento das causas primeiras da atividade e da transformação da matéria em geral, da matéria orgânica em particular e a exposição dos mecanismos e dos passos principais capazes de explicar o desenvolvimento e a evolução orgânica.

Nossa análise da lei biogenética fundamental será desenvolvida com base principalmente na obra em que se encontra a sua formulação inicial, que é a *Generelle Morphologie*, de 1866³²⁴. Em combinação com a análise deste texto, recorreremos a

³²² RUSSELL, 1916, p. 253.

³²³ JAHN, 1990, p. 365.

³²⁴ Como observou Wilson (cf. WILSON, 1941, p. 25), o termo ‘lei biogenética fundamental’ (*biogenetisches Grundgesetz*) foi, de fato, introduzido por Haeckel apenas em 1872, na sua monografia sobre esponjas calcárias (HAECKEL, 1872, v. I, p. 471). Esta expressão que designa a teoria da

obras posteriores de Haeckel nas quais ele elaborou teorias complementares aos princípios biogenéticos e procurou explicitar e desdobrar alguns dos seus aspectos e consequências. Tal procedimento se justifica na medida em que acreditamos, ao contrário de outras abordagens, que há em Haeckel uma linha de continuidade ao longo do desenvolvimento do seu pensamento, em relação à sua perspectiva geral, num processo que conduz ao aprofundamento de suas teses centrais sem a ocorrência de rupturas profundas³²⁵.

As teses centrais de Haeckel sobre a lei biogenética fundamental foram expressas no capítulo vinte da sua *Morfologia Geral*, dedicado às chamadas teses ontogenéticas (*Ontogenetische Thesen*). Em particular as últimas dentre tais teses foram consagradas como capitais pelo próprio autor através do reiterado uso de suas idéias ou mesmo pela reprodução literal da sua formulação em diversas obras posteriores. Este segmento final das “teses ontogenéticas” foi também o ponto no qual se concentraram diversos historiadores da biologia em distintos momentos, interessados em analisar o conteúdo da lei biogenética fundamental³²⁶. Isto porque, é neste segmento da obra que se encontra expressa a noção do condicionamento da ontogênese pela filogênese, isto é, ao papel causal que a filogênese desempenha sobre a ontogênese. Antes de nos dirigirmos às teses, e mais diretamente a estas teses causais, é importante destacar o papel que elas desempenham no conjunto da proposta morfológica de Haeckel e, mais especificamente, na parte dedicada à compreensão da gênese ou história do desenvolvimento (*Entwicklungsgeschichte*) das formas orgânicas. O tratamento isolado das teses sem a reconstituição deste quadro seria evidentemente um fator a contribuir para uma incompreensão da natureza e do significado da proposta de Haeckel.

O capítulo vinte da *Morfologia Geral*, inserido no segundo volume da obra, dedica-se à compreensão da gênese ou da dinâmica da formação das formas orgânicas. Este volume diferencia-se deste modo do primeiro volume, no qual foi estudada a parte estrutural das formas orgânicas (teorias da tectologia e da promorfologia), mas nele Haeckel incorpora de modo central as reflexões do primeiro volume, particularmente em relação à teoria da individualidade biológica (tectologia). Este volume intitula-se

recapitulação de Haeckel intitula a última seção do capítulo 7 desta obra (p. 453-73), capítulo em que o autor discute a posição das esponjas calcárias no reino animal.

³²⁵ Radl, por exemplo, sustenta que Haeckel abandonou, depois da sua obra fundamental de 1866, as concepções mais extremas da morfologia para abraçar cada vez mais o modo de explicação histórico, com base na visão evolucionista e na compreensão das formas com base apenas em suas relações genealógicas (cf. RADL, II, 1988, p. 201-2).

³²⁶ Ver, por exemplo, RUSSELL, 1916, p. 253-4, WILSON, 1941, p. 25-6 e CHURCHILL, 1991, p. 19-20.

“introdução sistemática à história do desenvolvimento em geral” indicando deste modo que estão envolvidas neste estudo ambas as séries do desenvolvimento orgânico ou biogênese, isto é, a ontogênese e a filogênese. O volume oferece, numa perspectiva genealógica, um quadro geral do sistema natural dos organismos, não apenas em termos descritivos, mas procurando explicar as suas relações causais. O primeiro livro deste volume dois, que corresponde ao quinto livro da obra completa, é dedicado à ontogênese. Esta é, portanto, apresentada com precedência em relação à filogênese na discussão geral sobre a gênese das formas orgânicas. A ontogenia lida com o desenvolvimento completo dos indivíduos orgânicos, compreendendo a embriologia (o desenvolvimento da célula-ovo até a formação completa do embrião) e a metamorfologia (o desenvolvimento e as metamorfoses nas fases pós-embrionárias, larvais e juvenis) ³²⁷. Haeckel alerta para o uso indevido e corrente do termo embriogênese como significando todo o processo do desenvolvimento individual. Na verdade, para ele, a gênese completa do indivíduo, envolvendo todo o seu ciclo vital, é a ontogênese, a qual engloba também a embriogênese³²⁸. O livro sexto será, coerentemente, dedicado ao estudo da filogênese. O volume encerra-se com dois pequenos livros, o sétimo e o oitavo, que discutem as relações e as consequências da visão da geração das formas orgânicas em perspectiva evolucionista para os campos da antropologia e da cosmologia, respectivamente.

O livro quinto sobre a ontogenia divide-se por sua vez em cinco capítulos, sendo que do capítulo dezesseis até o dezenove Haeckel desenvolve o conceito geral e as tarefas da ciência da ontogenia, discute a gênese dos indivíduos fisiológicos e dos indivíduos morfológicos (retornaremos abaixo a estes dois temas) e analisa a questão da ontogenia em relação à teoria da evolução das espécies e à teoria da seleção natural. No capítulo vinte ele faz uma síntese conclusiva do conteúdo tratado neste livro na forma de 44 teses, as chamadas “teses ontogenéticas”, divididas em seis blocos. No último destes blocos reúnem-se as teses de número 40 até 44, que extraem as consequências dos pontos anteriormente expostos, estabelecendo o nexos causal entre a ontogênese e a filogênese. É neste bloco que se concentram de modo geral as considerações dos

³²⁷ HAECKEL, 1866, I, p. 53-7; II, p. 23-6.

³²⁸ “A evolução dos indivíduos organizados a que se chama habitualmente embriologia... deveria ser chamada de modo mais compreensivo *ontogenia*” (Haeckel, HCN, p. 8). Contudo, esta fórmula usual que identifica simplesmente embriogênese e ontogênese será por vezes seguida por Haeckel em obras posteriores (ver, por exemplo, HAECKEL, 1930 [1868], p. 161e 216).

comentadores sobre a lei biogenética. Procuraremos discutir estas cinco teses à luz de alguns dos principais desenvolvimentos anteriores de Haeckel.

Vamos analisar primeiramente o conteúdo das teses ontogenéticas de Haeckel que precedem o sexto e último bloco de teses, isto é, àquelas teses que expressam as conclusões causais sobre as relações entre a ontogênese e a filogênese. Os cinco primeiros blocos das teses ontogenéticas podem, a nosso ver, ser agrupados em dois segmentos. Vamos proceder assim à nossa análise discutindo em uma seção os três blocos iniciais e depois em uma segunda seção os dois blocos restantes. Por fim, estudaremos o sexto bloco das ontogenéticas que são dedicadas aos aspectos causais responsáveis pelo desenvolvimento.

3.1. AS CAUSAS NATURAIS DO DESENVOLVIMENTO

3.1.1. A NATUREZA FISIOLÓGICA DO DESENVOLVIMENTO

Haeckel abre as suas teses ontogenéticas (as teses de 1 a 6) discutindo a natureza mecânica do desenvolvimento orgânico. Na tese 1 ele afirma que o desenvolvimento dos organismos é um processo fisiológico regido por causas mecânicas “eficientes”, tais quais elas ocorrem nos processos físico-químicos³²⁹. As mudanças de forma pelas quais passa o organismo devem-se a processos fisiológicos nos quais concorrem apenas as causas ordinárias da natureza. Deste modo, prossegue na tese 2, os fenômenos do movimento da matéria orgânica verificados nos processos de desenvolvimento devem ser creditados em última instância aos mesmos tipos de movimentos de atração e repulsão dos átomos a que está sujeita a matéria inorgânica³³⁰. Assumindo as propriedades físicas e qualidades químicas dos constituintes da matéria que estão supostas nas teorias estabelecidas, temos que essas características físico-químicas, as suas afinidades e os seus modos de agregação, explicam o “comportamento” dos corpos inanimados, os seus modos de ação, reação e interação. Os movimentos e a atividade da matéria inorgânica no seu nível elementar, supostas nas teorias físico-químicas, são a fonte última da atividade da matéria orgânica.

Este ponto apóia-se em primeiro lugar na atribuição de uma atividade inerente à matéria, um dos pressupostos básicos do seu monismo. Haeckel detalhou este ponto

³²⁹ HAECKEL, 1866, II, p. 295.

³³⁰ Idem, p. 295.

num ensaio posterior. Considerada a matéria, desde o estado inorgânico, Haeckel afirma que cada átomo possui uma soma inerente de energia e que nesse sentido o átomo ‘é animado’. E ele completa afirmando que “sem a hipótese de uma ‘alma do átomo’ os fenômenos mais comuns e mais gerais tornam-se inexplicáveis” ³³¹. Para Haeckel, isso significa reconhecer o aspecto dinâmico da matéria. A atribuição de uma sensibilidade e de uma vontade inconsciente³³² aos átomos não implica uma visão substancial da alma na medida em que ela se encontra sempre inscrita no substrato material. A alma é um dos aspectos da substância única. Essa visão, Haeckel esclarece adiante, é o único modo de evitar o dualismo já que tomadas separada e exclusivamente, tanto a visão materialista quanto a espiritualista mostram-se incompletas³³³ e, por isso, incapazes de explicar os fenômenos. Em certo sentido, o monismo representa “a conciliação da concepção atomística e da concepção dinâmica do mundo” ³³⁴.

Haeckel acreditava que a atribuição de uma atividade inerente à matéria possibilita estabelecer a ligação entre os seres orgânicos e inorgânicos. A “sensibilidade” e “vontade” inconscientes dos átomos são da maior simplicidade e refletem certas tendências e afinidades eletivas das quais eles são dotados de modo invariável³³⁵. Mas o desenvolvimento gradual e progressivo de tais propriedades em níveis cada vez mais altos era o ponto de partida para explicar os fenômenos da natureza orgânica e mesmo as inclinações e os movimentos voluntários dos organismos superiores³³⁶. Como tal atribuição é um suposto, uma representação que procura dar conta dos fatos observados na natureza, Haeckel procurará sustentar tal pressuposto em duas direções. Na primeira direção, ele mostrará que a distância que ordinariamente se supõe existir entre os seres orgânicos e inorgânicos é maior do que se verifica efetivamente.

Há características expressivas que os aproximam e, portanto, sua natureza deve ser também similar. Nessa primeira direção do argumento de Haeckel, ele afirmará que há características estruturais que indicam a proximidade entre os seres inorgânicos e orgânicos. Isto foi estabelecido por meio da comparação entre os minerais mais organizados, os cristais, e os seres vivos. Diversas investigações anteriores buscaram ao

³³¹ HAECKEL, 1919 [1876], p. 37.

³³² Idem, p. 37.

³³³ Idem, p. 39.

³³⁴ Idem, p. 39.

³³⁵ Idem, p. 37.

³³⁶ Idem, p. 39.

longo da história estabelecer comparações entre cristais e organismos³³⁷. A abordagem de Haeckel seguiu o caminho da comparação de suas estruturas e configurações geométricas. Ele investigou as formas fundamentais do mundo orgânico e as suas leis de simetria, numa ciência que denominou promorfologia. Para Haeckel tais leis de simetria são o resultado “da unidade da substância orgânica, expressa na sua composição química e nas suas propriedades”³³⁸. Podemos acompanhar num trabalho posterior o modo como ele elaborou a promorfologia.

O número das formas fundamentais [dos organismos] é relativamente restrito. Outrora apenas se distinguia a forma radial, a forma bilateral e as formas irregulares. Mas estudando melhor o assunto [...] chega-se ao estabelecimento de nove formas [...] Nesse sistema, baseei-me na posição das partes em relação ao meio do corpo. Distinguem-se primeiramente quatro classes: 1º as centroestigmas que tem por meio natural um ponto; 2º as centroaxonas, uma linha reta (eixo); 3º as centroplanas, um plano; 4º as centroporos ou anaxonas, que não têm simetria aparente³³⁹.

Com isso ele afirma que todos os seres orgânicos podem ser reduzidos quanto à configuração de sua estrutura corporal a um conjunto determinado de nove formas divididas naquelas quatro classes. Para Haeckel a promorfologia lida com a estereometria das formas fundamentais dos organismos, a análise de como as partes semelhantes estão dispostas em número definido, como se dispõem em volta de eixos ou de planos determinados os quais se cortam segundo ângulos fixos. Ele comparou a promorfologia a uma espécie de cristalografia orgânica³⁴⁰. Segundo Haeckel, os tipos ideais estereométricos determinados pelo seu sistema geral de formas demonstram que tanto as formas exibidas pelos cristais inorgânicos quanto àsquelas dos indivíduos orgânicos são determinadas geometricamente³⁴¹. Isso indica que eles são formados segundo os mesmos tipos de leis. Ele mostrou ainda que em algumas formas orgânicas inferiores as semelhanças com os cristais eram ainda mais evidentes:

³³⁷ Por exemplo, RAMOS, 2009, p. 219-20; RADL, 1988, II, p. 21; NORDENKIÖLD, 1949, p. 358 e p. 449.

³³⁸ HAECKEL, 1963 [1905], p. 175.

³³⁹ Idem, p. 176-7.

³⁴⁰ HAECKEL, 1866, I, p. 27; Breidbach afirmou que a base da morfologia de Haeckel era a sua visão de cristalografia orgânica. Ele desenvolve uma análise nessa direção para apontar as ligações da estrutura conceitual de Haeckel com a tradição tipológica (cf. BREIDBACH, 2002, p. 283 e 2006, p. 270).

³⁴¹ HAECKEL, 1930 [1879], p. 244.

A forma dos animais e das plantas parece, à primeira vista, afastar-se de toda a determinação geométrica. No maior número das vezes, é limitada por superfícies curvas segundo linhas curvas e ângulos variáveis. Mas recentemente, os radiolários e outros protistas mostraram-nos um grande número de organismos inferiores nos quais a forma pode ser referida, como a de qualquer cristal, a uma configuração matemática determinada, limitada por superfícies e ângulos nitidamente geométricos³⁴².

Os radiolários são um tipo de protozoário que gera, em torno de si, carapaças na forma de estruturas rígidas e regulares. A partir do amplo trabalho que Haeckel desenvolveu com os radiolários, publicado em 1862, ele estabeleceu analogias entre tais carapaças e os cristais.

Sob o ponto de vista promorfológico, a classe dos radiolários é a mais interessante. Todas as formas que se podem distinguir em geometria e definir matematicamente encontram-se realizadas no esqueleto silicoso [a carapaça composta de sílica] desses protozoários, dos quais descrevi mais de quatro mil formas diversas na minha monografia³⁴³.

Na analogia desenvolvida entre os cristais e o esqueleto dos radiolários, Haeckel procurou mostrar que era pequena a distância que separava os mais organizados dentre os seres inorgânicos e algumas estruturas dos mais simples seres orgânicos, quanto às suas características estereométricas.

³⁴² HAECKEL, 1930 [1879], p. 244.

³⁴³ HAECKEL, 1963 [1905], p. 176.

Figura 17. Desenhos de Haeckel de radiolários e de cristais de água. À esquerda, diversas espécies de radiolários do grupo *Anthophracta*, tendo ao centro um exemplar da espécie *Lychnaspis miranda* (HAECKEL, *Kunstformen der Natur*, 1904, prancha 41). No quadro da direita, cristais de neve cuja estrutura hexagonal mostra pela sua configuração, segundo Haeckel, a operação da alma da neve (*Schneeseele*). Haeckel desenvolve na passagem que discute tais configurações diversas comparações entre as estruturas dos cristais e as dos radiolários (HAECKEL, *Kristallseelen*, 1917, p. 13-6, a imagem está na p. 15; HAECKEL, *Crystal Souls*, 1999 [1917], p. 43-5).

A segunda direção do argumento de Haeckel quanto à unidade entre o orgânico e o inorgânico é mostrar que toda atividade orgânica assenta-se nas propriedades dos seus constituintes atômicos, em especial nas qualidades especiais do carbono. Haeckel expressa este argumento por meio da teoria do carbono, expressa já na *Morfologia Geral*. Segundo tal teoria, é unicamente nas propriedades especiais químico-físicas do carbono e, sobretudo, na semi-fluidiez e instabilidade dos compostos carbonados albuminóides que se devem ver as causas mecânicas dos fenômenos de movimentos particulares dos organismos³⁴⁴. A matéria “viva” ou “base física da vida” é constituída por um grupo de substâncias plásticas (*plasson*) dotadas de uma atividade química fundamental e característica³⁴⁵. Os processos físicos e químicos que caracterizam a existência vital estão determinados em última análise pela estrutura molecular das

³⁴⁴ HAECKEL, 1930 [1879], p. 245.

³⁴⁵ HAECKEL, 1919 [1876], p. 31-2.

substâncias plásticas, a qual se deve à capacidade extraordinária e exclusiva do carbono de produzir com os outros elementos químicos combinações com uma alta complexidade e instabilidade³⁴⁶. O grupo das substâncias plásticas

Forma uma parte do grupo mais amplo das matérias albuminóides (substâncias protéicas ou albumina). Assim como as outras matérias albuminóides, as substâncias plásticas se diferenciam por uma composição atômica extraordinariamente complexa. Existem sempre ao menos cinco elementos ligados em cada molécula que representa por termo médio as proporções seguintes: 52-55 por cento de carbono, 6-7 por cento de hidrogênio, 15-17 por cento de azoto, 21-23 por cento de oxigênio e 1-2 por cento de enxofre. A forma segundo a qual se associam os átomos destes elementos em cada molécula de *plasson* para formar uma unidade química é seguramente bastante complexa e particular, achando-se diretamente em conexão causal com as qualidades vitais de tal combinação³⁴⁷.

Assim, a atividade fisiológica da matéria orgânica é o resultado das complexas e inumeráveis interações atômicas e moleculares, tornadas possíveis pela plasticidade (maleabilidade) com que o elemento carbono se combina com os demais elementos para a formação dos compostos orgânicos. Dadas estas características, é correto afirmar, segundo Haeckel, que a química orgânica ou ciência da matéria orgânica seja referida como a química das combinações do carbono³⁴⁸. Para ele o desenvolvimento dessa ciência é que pode alcançar uma compreensão mais precisa da química fisiológica da matéria da vida, o *plasson*, ou simplesmente, plasma.

Retomando as teses ontogenéticas da *Morfologia Geral*, a sequência nos mostra como consequência da tese anterior que há uma continuidade do processo causal que se inicia na matéria inorgânica e prossegue na matéria orgânica. Haeckel afirma na tese 3 que a evolução dos organismos se expressa por meio de uma contínua cadeia de mudanças na forma da matéria orgânica baseadas em processos físico-químicos segundo uma causalidade eficiente³⁴⁹. Vimos que todas as transformações pelas quais passam os organismos devem-se à atividade da matéria orgânica. Mas como a própria atividade da matéria orgânica deve-se, em última instância, à atividade dos seus constituintes, os quais estão igualmente presentes na matéria inorgânica, a atividade orgânica está assim

³⁴⁶ Idem, p. 34.

³⁴⁷ Idem, p. 33.

³⁴⁸ Idem, p. 34.

³⁴⁹ Idem, p. 296.

baseada na atividade de nível mais elementar dos elementos da matéria inorgânica. Deste modo, toda a atividade e mudança orgânica regem-se também por uma causalidade eficiente originada em última instância na matéria inorgânica. Com isso, Haeckel estabelece uma linha de continuidade da causalidade que parte da matéria inorgânica até a causalidade verificada na matéria orgânica, sendo aquela responsável exclusiva por essa última.

Observe-se que a extensão do significado dessa linha de continuidade na atividade que vai do sentido do inorgânico ao orgânico depende de conceber o plasma como gerador de toda a atividade orgânica. Para Haeckel, o plasma é a substância viva, a base material das manifestações vitais orgânicas³⁵⁰. Ele observa que considerando o protoplasma sob o ponto de vista químico, Max Schultze (1825-1874) pôde demonstrar a importância e generalidade do plasma, produzindo assim uma reforma na teoria celular³⁵¹. Assumindo o ponto de vista de Schulze, Haeckel explica que há uma confusão entre o conceito químico e o conceito morfológico de protoplasma

Essa confusão provém de não ter sido formulada com clareza a oposição entre as duas partes essenciais componentes da noção moderna de célula, o núcleo e o corpo celular. O núcleo interno pareceu ser um elemento sólido, formado e determinado morfológicamente. Ao contrário olhava-se a massa mole [...] como um elemento amorfo e somente definível quimicamente. Só mais tarde se reconheceu que a composição química do núcleo é muito próxima da do corpo da célula, e que se encarou o carioplasma do primeiro e o citoplasma do segundo como formas de uma substância única, o plasma. Todas as outras substâncias que se encontram num organismo vivo apenas são produtos e derivados desse plasma ativo³⁵².

Essa noção de plasma assumida por Haeckel tem também consequências diretas na sua concepção evolutiva e na sua visão de geração espontânea. Definido o plasma por sua concepção química e por sua atividade, Haeckel desenvolverá a sua teoria das moneras como os organismos mais simples. A sua extrema simplicidade permite ver nas moneras o ponto de passagem do inorgânico ao orgânico e a base ancestral de toda a evolução posterior do mundo orgânico. Por isso Haeckel afirmou que

³⁵⁰ HAECKEL, 1963 [1905], p. 127.

³⁵¹ Cf. HAECKEL, 1963 [1905], p. 128. Brzezinski aponta o impacto limitado da noção de “célula protoplasmática” de Schultze nas pesquisas posteriores (cf. BRZEZINSKI, 1997, p. 60).

³⁵² HAECKEL, 1963 [1904], p. 128.

Pela homogeneidade absoluta da substância albuminóide, pela falta completa de partes diferenciadas, aproximam-se mais as moneras dos seres inorgânicos do que dos organismos e formam evidentemente a transição entre o mundo orgânico e o inorgânico, o que se conforma com a hipótese da geração espontânea³⁵³.

Haeckel destacou na *Morfologia Geral* e reafirmou na *Monografia das Moneras* de 1868, que o uso que ele faz do termo monera visa destacar o seu caráter de extrema simplicidade morfológica. Trata-se efetivamente das formas orgânicas no seu mais baixo estado de organização, pois “todo o seu corpo, numa condição de pleno desenvolvimento e movimento livre, consiste de uma substância plenamente homogênea e sem estrutura, uma partícula viva de albumina capaz de realizar a nutrição e a reprodução”³⁵⁴. A partícula de albumina que se mantém em união constante tem uma forma externa irregular e mutável, mas globular quando em repouso. Internamente não se detectam partes dissimilares³⁵⁵. As extensas pesquisas realizadas por Haeckel com as moneras, cujos resultados foram apresentados em sua monografia, e a noção de continuidade no processo do desenvolvimento orgânico reafirmaram a sua visão de que a base do fenômeno vital é a atividade fisiológica independente da diferenciação estrutural, o que se manifesta na realização das mais diferentes funções pela massa homogênea das moneras³⁵⁶. Neste sentido, Haeckel afirma que afora as moneras:

Na realidade, todos os outros seres vivos, todos os animais e todos os vegetais e mesmo os protistas estão formados de elementos heterogêneos. Mesmo os mais simples destes [excetuando as moneras], as formas unicelulares, consistem de duas partes distintas, no protoplasma e no núcleo celular. Apenas nas moneras está ausente esta complexidade [...] Todas as funções da existência, nutrição e reprodução, sensação e locomoção, se efetuam para essas moneras sem que as distintas partes tenham sido diferenciadas em virtude dos diferentes processos. Cada partícula do corpo de uma monera pode efetuar tudo o que efetua o conjunto do seu organismo³⁵⁷.

³⁵³ HAECKEL, 1930 [1879], p. 309.

³⁵⁴ HAECKEL, 1869 [1868], p. 28.

³⁵⁵ Idem, p. 28-9.

³⁵⁶ Idem, p. 223.

³⁵⁷ HAECKEL, 1919 [1876], p. 26.

Para Haeckel, “a teoria da evolução exige que a célula, assim compreendida, seja o produto da evolução de um organismo mais elementar” ³⁵⁸. Como consequência de sua visão, Haeckel compreende que a célula como a unidade formada por protoplasma e núcleo é um desenvolvimento posterior, fruto da divisão de trabalho em partes diferenciadas. Essas partes da célula já são órgãos especializados voltados a funções específicas da atividade orgânica. Haeckel procurou estabelecer as relações de tais partes da célula com as principais funções orgânicas, de modo que caberia ao protoplasma a atividade nutritiva e ao núcleo a atividade reprodutiva. Além disso, Haeckel confere ao núcleo a função mais ampla de repositório da herança no processo de reprodução orgânica³⁵⁹.

Consequentemente, na medida em que nós podemos considerar o plasma principalmente como o componente nutritivo da célula e, por outro lado, o núcleo como o componente reprodutivo [...] nós estamos autorizados a considerar o núcleo como o principal órgão da herança e o plasma como o principal órgão da adaptação. No caso do cítodo, no qual o plasma e o núcleo não estão diferenciados, nós devemos considerar o plasma como o órgão que detém ambas as funções³⁶⁰.

Na visão de Haeckel esta função não será desempenhada de modo isolado e autônomo, mas em interação e sob a influência do protoplasma, que é o responsável direto pela função da nutrição e da adaptação³⁶¹. Neste percurso, que visa conceber a

³⁵⁸ HAECKEL, 1963 [1904], p. 192.

³⁵⁹ Segundo Richard, Haeckel foi o primeiro biólogo a identificar o núcleo como o repositório da substância hereditária, tendo alcançado tal entendimento por uma via basicamente especulativa, sem o concurso de evidência experimental definitiva; Richard complementa ainda que “Oscar Hertwig, aluno de Haeckel, é amplamente responsável pela identificação experimental da união dos núcleos do óvulo e do esperma durante a fertilização de ouriços-do-mar” (Richard, x, p 123, nota 28). Numa outra direção, Cremer observa que a evolução das pesquisas sobre o papel da fusão dos núcleos dos gametas na produção do zigoto, iniciadas por Hertwig, significará um abalo crescente à teoria de Haeckel de que o estágio inicial do desenvolvimento individual é uma monerula, uma célula não nucleada, devido à dissolução do núcleo da célula ovular; Assim, segundo este autor, as anomalias na teoria de Haeckel teriam levado à sua crise e superação; Não é empreendida, contudo, uma discussão sobre a relação entre a teoria das moneras e a teoria celular (cf. CREMER, 1985, p. 115-9).

³⁶⁰ HAECKEL, 1866, I, p. 287-89

³⁶¹ Haeckel encontrava-se aqui em evidente oposição às opiniões do biólogo alemão August Weismann (1834-1914) que argumentava que as condições ambientais não influenciavam a substância germinativa (cf. DI GREGORIO, 2005, p. 483-4). Richards ressalta que Haeckel e Weismann mantiveram relações de amizade próximas e no início não pareciam ter controvérsias em pontos fundamentais. Posteriormente, Weismann rejeitará de modo enfático as afirmações de Haeckel a favor do princípio da herança de caracteres adquiridos (cf. RICHARDS, 2008, p. 162-3). Eles terminaram por desenvolver duas teorias da herança amplamente antagônicas, a perigênese dos plastídulos de Haeckel e a teoria do plasma germinativo de Weismann, a qual acabará por desempenhar um papel decisivo na visão que prevaleceu da distinção entre células somáticas e células germinativas, isolando no núcleo os fatores da herança.

continuidade física do desenvolvimento orgânico, temos reforçada a noção da unidade causal dos fenômenos da natureza.

Retomando o curso das teses ontogenéticas da *Morfologia Geral*, vemos que Haeckel afirma na tese 4 que todos os fenômenos fisiológicos em geral e o desenvolvimento orgânico em particular, são condicionados por uma necessidade absoluta³⁶². Do mesmo modo como todos os demais fenômenos de movimentos perceptíveis na natureza. Haeckel defende a visão de que uma vez aceitas certas teses sobre o funcionamento da causalidade natural em geral não haveria motivo para pleitear qualquer tipo de esquema especial de causas para o mundo biológico. Isto porque os fenômenos do movimento (e do desenvolvimento) orgânico, além de serem de mesma natureza, podem ser, no limite, atribuídos aos movimentos de atração e repulsão de seus constituintes elementares, se levarmos em conta a sua complexidade e as características químicas particulares dos seus compostos. A necessidade está garantida na medida em que “todos os movimentos do desenvolvimento orgânico originam-se direta e imediatamente das características instáveis e do alto poder de composição das ligas de carbono; o grupo de proteínas resultante destas ligas de carbono forma o “plasma” dos plastídeos, o qual se constitui no substrato material ativo ou “matéria viva” de todos os organismos”³⁶³.

Haeckel avança, então, para a conclusão de que “não há nem uma ‘meta’ e nem um ‘plano’ no desenvolvimento orgânico”³⁶⁴. Para isso, a sua estratégia central é a incorporação de características tipicamente vitais aos constituintes mais elementares da matéria orgânica e à matéria inorgânica em geral. Em outras palavras, a sua solução para evitar o recurso à teleologia na explicação dos fenômenos biológicos, enquanto uma força diretiva externa à matéria que constitui os organismos, foi então trazer as propriedades vitais para o interior da própria matéria ou a disseminação por toda a natureza das propriedades da atividade e do desenvolvimento. Se, por um lado, devemos reconhecer, Haeckel investe firmemente numa visão segundo a qual os fenômenos biológicos podem ser entendidos segundo fundamentos mecânicos, é preciso entender, por outro lado, o quadro em que ele insere tal exigência. Haeckel define o par conceitual mecanismo-teleologia pela sua oposição mútua, onde o finalismo define-se pela sua associação com a noção de um agente externo à natureza. Para ele, fora de um quadro

³⁶² HAECKEL, 1866, I, p. 287–89, p. 296.

³⁶³ Idem, tese 5, p. 295–6.

³⁶⁴ Idem, tese 6, p. 296.

radicalmente evolucionista, a visão das formas como dirigidas a fins redundava necessariamente no recurso a forças não naturais agindo teleologicamente e por decorrência à suposição de um ‘criador’ fora da natureza. Ao contrário disto, a visão do “mecanismo” da natureza refere-se, para Haeckel, a um modo de explicação causal estritamente físico em sentido amplo. O sentido de teleologia, por ele combatido sistematicamente, é o que implicava necessariamente uma noção de finalidade imposta por um construtor ou projetista externo ao mundo natural.

Haeckel acreditava que com base na noção do desenvolvimento como propriedade geral da matéria, era possível reconciliar a noção de forma orgânica com as características naturais da matéria. As tentativas que foram desenvolvidas no sentido de compatibilizar teleologia e mecanicismo, baseadas em grande medida na proposta teórica formulada por Kant na *Crítica da Faculdade do Juízo*, comprometiam-se, no limite, segundo o seu ponto de vista, ou com a negação da biologia como ciência genuína ou com o retorno às causas sobrenaturais. A direção apontada por Haeckel visava um tipo diferente de solução para harmonizar as noções de organismo e de mecanismo, na qual a noção de mecanismo da natureza de Haeckel não comportava a visão de matéria inerte. Mais do que isso, ao postular uma atividade ínsita à matéria, com poderes construtivos, ele acreditava abrir um caminho seguro para conceber de modo naturalizado todos os fenômenos orgânicos.

3.1.2. AS FUNÇÕES LIGADAS AO DESENVOLVIMENTO E A NOÇÃO DO *BILDUNGSTRIEB*

Nas teses 7 até a 13, Haeckel discute as funções fisiológicas ligadas à ontogênese. Ele inicia afirmando que as funções fisiológicas, que são a fonte na qual se baseia todo o desenvolvimento orgânico, podem ser consideradas como uma parte da função orgânica fundamental da autopreservação ou da nutrição no seu mais amplo sentido. Isto quer dizer que as funções dos organismos, de um modo geral, podem ser referidas em última instância à função da nutrição, sendo desdobramentos desta função principal. Tais funções fisiológicas realizam todas as mudanças de forma da morfogênese. São as seguintes as cinco funções: a geração (*Zeugung*), o crescimento (*Wachsthum*), a diferenciação (*Differenzirung*), a degeneração (*Degeneration*) e a coalescência (*Verwachsung*). A primeira destas funções, a geração, a partir da qual todo o processo de desenvolvimento orgânico se inicia, pode ocorrer por geração espontânea

(*Urzeugung*) ou por geração parental (*Elternzeugung*). De qualquer modo, ela deve ser associada à herança e deve ser considerada como um processo nutricional no qual há uma ultrapassagem do limite máximo de crescimento no qual se dá, então, um crescimento para além do indivíduo original³⁶⁵. Deve-se destacar que, dentro deste entendimento, Haeckel utilizou em diversos contextos o termo *Fortpflanzung* (propagação) alternativamente ao termo *Zeugung* (geração). Rinard explica este fato alegando que “Haeckel, como Braun, estava interessado na renovação ou continuidade da vida, e não meramente na sua gênese”³⁶⁶. Isto é, ao mesmo tempo em que o termo *Fortpflanzung* era mais adequado aos estudos botânicos de Braun, ele sublinhava o aspecto da ligação e continuidade material entre as gerações mais do que o processo que dá origem a um indivíduo.

A segunda função, a do crescimento, liga o fenômeno nutricional ao aumento de volume espacial do indivíduo. A terceira função do desenvolvimento orgânico é a da diferenciação, que se manifesta pela formação de partes diferenciadas a partir de uma base semelhante devido a mudanças na atividade nutricional condicionadas pela interação física entre a matéria do indivíduo e a matéria do meio no qual se encontra. A função da degeneração está ligada a uma diminuição das atividades fisiológicas. Por fim, a quinta função, do desenvolvimento orgânico, é a coalescência ou concrecência, que se refere à capacidade de ligação de vários indivíduos morfológicos entre si, em qualquer uma das seis ordens ou níveis da individualidade, criando por este modo um indivíduo de uma ordem imediatamente superior. Por exemplo, as células, que uma vez unidas podem dar origem a tecidos, ou um conjunto de indivíduos, que forma uma colônia.

Haeckel prossegue desenvolvendo nas teses 14 até a 26 a noção de *Bildungstrieb*, as forças ou os impulsos formativos dos organismos. Deve-se destacar que a noção de *Bildungstrieb* foi introduzida por Blumenbach. O *Bildungstrieb* é o impulso orgânico formativo que ele propõe no contexto de formulação de uma teoria da reprodução e do desenvolvimento individual. Blumenbach coloca-se em oposição à teoria da preformação e adota a perspectiva epigeneticista de Wolff, rejeitando, contudo, a hipótese da *vis essentialis*. Segundo Nordenskiöld, Blumenbach não criou um sistema ideológico vitalista elaborado, sendo que, para ele:

³⁶⁵ HAECKEL, 1866, I, p. 287–89, p. 296.

³⁶⁶ RINARD, 1981, p. 274.

O desenvolvimento é produzido por uma “força formativa especial”, que atua não só no desenvolvimento do embrião, mas também em todo tipo de crescimento, regeneração e reprodução nos seres animados. A força formativa (*nisus formativus*) não deve ser, contudo, confundida com outras “forças vitais” tais como a irritabilidade e a sensibilidade, mas atua com essas forças a fim de sustentar a vida. Blumenbach assinala especialmente que essas “forças” são meramente expressões para denotar fenômenos cujas causas não conhecemos, mas cujos efeitos podemos observar³⁶⁷.

Blumenbach retrata o conceito como uma versão orgânica de uma força newtoniana³⁶⁸. Como esclarece Lenoir, “Blumenbach tratou o agente responsável pela estrutura orgânica como um tipo de força newtoniana para o reino biológico, que ele chamou de *Bildunstrieb*”³⁶⁹. Segundo Blumenbach, esse termo “pretende designar uma força particular cujo efeito constante pode ser reconhecido a partir dos fenômenos da experiência, mas cuja causa, tal como a causa de todas as outras forças naturais reconhecidas universalmente, permanece para nós como uma qualidade oculta”³⁷⁰. Haeckel concorda com a estrutura geral do argumento de Blumenbach e com sua perspectiva newtoniana. O que ele acrescenta ao modelo de Blumenbach é que o *Bildungstrieb* pode ser interpretado e ter a sua natureza compreendida com base no evolucionismo. Isso é importante para ele porque, diferentemente do que ocorre com a força de atração gravitacional newtoniana, que é mecanicista, no *Bildungstrieb* de Blumenbach permanece um componente teleológico, ainda que em bases kantianas. Afastar todo traço de teleologia é um objetivo central da proposta de Haeckel. As suas duas forças formativas (herança e adaptação) são esclarecidas pelo evolucionismo quanto à sua natureza e modo de ação.

Haeckel reelaborará este conceito sobre a força diretiva do desenvolvimento, dando a ele uma expressão física clara. Para isto, ele vai tomar como ponto de partida a proposta de Goethe de conceber os organismos como o resultado de forças que atuam de modo combinado na interação entre o meio interno e o meio externo do organismo. E mostrará igualmente que a proposta de Goethe é consistente com a visão evolucionista de Darwin sobre as causas motoras da formação das espécies e do mecanismo da seleção natural:

³⁶⁷ NORDENSKIÖLD, 1949, p. 353.

³⁶⁸ LENOIR, 1982, p. 21.

³⁶⁹ Idem, p. 20.

³⁷⁰ Blumenbach *apud* LENOIR, 1982, p. 21.

Muito tempo antes que Darwin formulasse a sua teoria da seleção, alguns naturalistas e especialmente Goethe explicavam a multiplicidade de formas organizadas pela ação combinada de duas forças formativas, uma conservadora e outra modificadora ou progressiva. Goethe chama à primeira: força centrípeta ou de especificação e à segunda, centrífuga ou de metamorfose. Estas duas forças correspondem perfeitamente às duas funções da hereditariedade e da adaptação. A hereditariedade é a força formativa centrípeta ou interna, trabalha para sustentar as forças orgânicas nos limites das suas espécies [...] Pelo contrário a adaptação contrabalança a hereditariedade, é a força formativa centrífuga ou externa, tende perpetuamente a transformar as formas orgânicas sob a pressão das influências exteriores, a tirar novas formas das preexistentes, a contrariar a imutabilidade e a constância das espécies³⁷¹.

Para Haeckel, as mudanças de forma pelas quais passa a matéria orgânica durante o desenvolvimento são o resultado da ação combinada ou interação de dois impulsos formativos (*Bildungstriebe*) ou forças formativas (*Gestaltungskräfte*), uma interna e outra externa. O impulso formativo ou força modeladora (*Vis plastica*) interna é consequência direta da composição material do organismo e da capacidade de reprodução das suas características por hereditariedade (*Erblichkeit*). O impulso formativo ou força modeladora (*Vis plastica*) externa é consequência direta da dependência (*Abhängigkeit*) que a composição material do organismo mantém em relação à matéria circundante e da sua capacidade de adaptação (*Anpassungsfähigkeit*) às suas condições, isto é, de alterar a sua dinâmica interna de nutrição de modo a poder seguir incorporando os elementos do meio externo com vistas à sua automanutenção. O organismo é uma resultante desta combinação de forças, pois todas as suas características são o efeito ou da herança, por meio da transmissão (*Vererbung*) de caracteres dos seus pais e avós (*Eltern* e *Voreltern*) ou da adaptação, por meio das suas próprias ações adaptativas ou, indiretamente, por meio daquelas ações adaptativas empreendidas por seus pais e avós. A atribuição de todas estas funções aos compostos dos organismos significa, para Haeckel, que, em última instância, é na atividade do plasma dos plástídeos, isto é, dos seus compostos albuminosos, que estão compreendidas tanto a perseverança (*Beharrlichkeit*), enquanto o impulso conservador

³⁷¹ HAECKEL, 1930 [1879], p. 187.

ou de manutenção dos seus caracteres³⁷², como a adaptação, devida ao contato destes compostos com as condições físicas do meio ambiente³⁷³, significando, assim, uma variação ou especificação de caracteres em relação ao seu estado original.

Alguns anos mais tarde Haeckel desenvolverá esta proposta de redução das funções dos organismos à atividade do plasma dos plastídeos, procurando detalhar a sua base material. Nesse sentido, sua teoria da perigênese dos plastídulos buscou estabelecer a relação entre a atividade das moléculas orgânicas elementares e os fenômenos ligados aos movimentos e mudanças orgânicas em geral, dentro do seu intento de elaborar um sistema geral sobre a geração das formas orgânicas. A idéia básica era incorporar a herança e a adaptação na atividade das moléculas orgânicas. A perigênese dos plastídulos é uma teoria da geração e da herança que, ao procurar explicar todos os movimentos de base do desenvolvimento ontogenético, estabelecerá a memória como sendo a propriedade geral que distingue a matéria básica dos organismos de toda a matéria inorgânica. Adicionalmente, a teoria oferece uma explicação de como a memória dos plastídulos atua materialmente nos fenômenos da geração orgânica.

Haeckel designa pelo termo plastídulos, as moléculas do plasma, a matéria básica da vida, seguindo a hipótese de Louis Elsberg, formulada em 1874³⁷⁴. Segundo esta hipótese,

O gérmen de todo ser vivente forma plastídulos de toda a série de seus antepassados. Denomino hipótese de regeneração à minha hipótese por que até certo ponto os antepassados renascem corporalmente e até em sua posteridade; e, além disso, chamo-a de hipótese da conservação das moléculas orgânicas por que supõe que alguns plastídulos, se não sempre pelo menos num período amplo, são mantidas e transmitidas de geração em geração. Enfim, poderia dar-se o nome de hipótese da conservação das energias orgânicas, o que manifestaria o mesmo em outras palavras³⁷⁵.

Com isto, Elsberg destaca que a continuidade física envolvida na geração tinha um aspecto material e energético. Para Haeckel, os plastídulos constituem-se nas unidades mínimas da matéria orgânica. Isto porque, enquanto moléculas, os plastídulos

³⁷² Cf. HAECKEL, 1866, II, tese 21, p. 298.

³⁷³ Idem, tese 22, p. 298.

³⁷⁴ Cf. HAECKEL, 1919 [1876], p. 35.

³⁷⁵ Elsberg *apud* HAECKEL, 1919 [1876], p. 73.

“possuem todas as qualidades que a física atribui em geral às moléculas hipotéticas ou aos ‘átomos compostos’. Assim, cada plastídulo não é resolúvel em plastídulos menores: não pode ser decomposto senão que nos átomos que o formam”³⁷⁶. Mas, afora as qualidades físicas e químicas que os plastídulos compartilham com as demais moléculas, eles parecem possuir atributos que lhes pertencem unicamente, os quais diferenciam os organismos dos seres não vivos. Várias dentre tais propriedades podem ser reduzidas, dentro de uma perspectiva monista, à atividade ou caráter ‘animado’ que é inerente a todos os átomos. Assim, Haeckel explica:

Uma vez que representamos toda a matéria como animada, todo átomo como dotado de sensação e de vontade, não podemos ter em conta essas duas qualidades, como se faz comumente, como privilégios exclusivos dos organismos. Temos, pois que buscar outras condições suscetíveis de diferenciar os seres orgânicos dos seres inorgânicos, os plastídulos das outras moléculas, e formando a essência própria da “vida”. Dessas qualidades, a mais valiosa parece ser a capacidade de reprodução ou a memória, que existe, na realidade, em todo processo evolutivo e especialmente na reprodução dos organismos. Todos os plastídulos têm memória³⁷⁷.

A tese de que a memória era a propriedade fundamental e exclusiva da vida foi defendida pelo fisiologista alemão Ewald Hering (1834-1918). A ideia principal de Hering é que as funções da matéria viva podem ser explicadas pela hipótese de uma memória inconsciente, a qual ele identifica diretamente com a faculdade da reprodução ou retomada de processos físicos passados. Hering explica que

A memória, como é geralmente entendida, é meramente a faculdade da reprodução voluntária de ideias ou de uma série de ideias. Mas se imagens e eventos de dias passados surgem inoportunamente e vêm à nossa consciência, nós não devemos chamar isso do mesmo modo como lembrança? Temos justamente o direito de incluir no conceito de memória todas as reproduções involuntárias de sensações, conceitos, emoções e aspirações. Desse modo, a memória torna-se uma faculdade original, sendo ao mesmo tempo a fonte e a unificação de toda vida consciente³⁷⁸.

³⁷⁶ HAECKEL, 1919 [1876], p. 35.

³⁷⁷ Idem, p. 39-40.

³⁷⁸ HERING, 1913 [1870], p. 6.

A memória deve ser considerada como uma capacidade geral da matéria orgânica de registrar estímulos exteriores e reproduzi-los³⁷⁹. Isto se aplica ao entendimento de funções superiores e ao fenômeno da consciência, mas ele concebe a função geral da memória como um fenômeno de base que explica processos orgânicos elementares, a reprodução orgânica e a herança³⁸⁰. Haeckel retoma a hipótese de Hering e procura mostrar como esta função geral da memória ou reprodução relaciona-se com as funções da herança e da adaptação.

Para Haeckel, a reprodução sexuada (anfigonia) é um fenômeno complexo que não reflete o modo original como os primeiros organismos reproduziam-se no início da história evolutiva. A diferenciação sexual reflete uma divisão de trabalho oriunda de adaptação evolutiva. Assim, além de posterior ele deve ser considerado como derivado do fenômeno mais fundamental da reprodução assexuada, que se verifica ainda em inúmeros organismos inferiores. Segundo Haeckel, enquanto fenômeno mais complexo e derivado a reprodução sexuada pode ser reduzida à assexuada³⁸¹. Por outro lado, ele explica ainda que todas as várias formas de reprodução assexuada (como a cissiparidade, gemação e esporogonia) podem sempre ser referidas a um único modo de reprodução elementar. Esse modo mais elementar de reprodução pode ser concebido como um transbordamento, um excesso de crescimento do indivíduo que ultrapassa os seus limites. Com a divisão resultante desse crescimento em excesso a reprodução é um prolongamento espacial do indivíduo original. Concebida desse modo elementar a reprodução garante o aspecto da continuidade material e a reprodução de características devidas ao processo simples de divisão. Mas nos fenômenos mais complexos de reprodução e em relação à perpetuação da herança por várias gerações num processo de longa duração, é necessário explicar como se dá a continuidade material e a reprodução de características.

Para dar conta desses fenômenos de alta complexidade, Haeckel mantém-se, no entanto, na esfera das moléculas orgânicas e pleiteia a existência de um movimento rítmico dos plastídulos, uma característica que expressa o seu tipo de atividade particular e que é transmitido na reprodução. Isto quer dizer que as qualidades transmitidas pelo organismo na reprodução não se referem apenas às características físicas correspondente ao estado no momento mesmo em que ele dá origem a outro. Ao

³⁷⁹ Idem, p. 6-7.

³⁸⁰ Idem, p. 13-5.

³⁸¹ HAECKEL, 1919 [1876], p. 51-2.

contrário, as qualidades transmitidas pelo organismo envolvem também a sua dinâmica característica, o conjunto de sua atividade orgânica regular que é expressão do movimento rítmico dos seus plastídulos. O movimento ondulatório e regular dos plastídulos mantém-se num padrão homogêneo no caso em que não haja nenhuma interferência exterior sobre ele. Nesse caso o ritmo característico do seu movimento ondulatório permanece o mesmo. Mas se há interferências externas sobre os plastídulos existirão variações na frequência de seu movimento que são incorporadas e passam a constituir um novo padrão. As variações de frequência que refletem as interferências no seu ritmo original representam a adaptação ao meio. Como explica Haeckel, “a herança é a transmissão do movimento dos plastídulos, é a propagação ou reprodução do movimento molecular individual dos plastídulos da célula (plastídeo) mãe às células filhas” enquanto que “a adaptação é uma modificação do movimento dos plastídulos, mediante a qual adquirem novas particularidades”³⁸².

Para Haeckel, esta noção de um movimento rítmico e ondulatório dos plastídulos era capaz de expressar tanto a permanência das características originais como as alterações sofridas e adquiridas, isto é, as interferências devidas à ação do meio externo que produziram mudanças no seu movimento rítmico particular, tendo sido aí gravadas e sendo posteriormente reproduzidas. A memória dos plastídulos era justamente essa capacidade de reposição permanente deste movimento rítmico ondulatório e da incorporação das oscilações causadas na sua regularidade pelos influxos do meio. Para Haeckel, o modo de conceber as mudanças no movimento original dos plastídulos devido a interferências externas era aplicável analogamente ao caso da geração sexuada no qual há a combinação de características de ambos os genitores na prole. O movimento dos plastídulos do novo indivíduo é uma resultante combinada da transmissão dos movimentos rítmicos dos plastídulos das células da mãe e do pai³⁸³. Haeckel acredita que a sua teoria reformula, agora em termos materiais, embora hipotéticos³⁸⁴, a noção de *nisus formativus* da “antiga biologia” que procurava representar os elementos mecânicos de produção das formas orgânicas³⁸⁵. É por isso que ele podia afirmar, em relação às forças formativas, que, segundo a perigênese dos plastídulos, “a herança é a memória dos plastídulos e a variabilidade é a receptividade

³⁸² Idem, p. 46.

³⁸³ Idem, p. 66-7.

³⁸⁴ Idem, p. 62.

³⁸⁵ Idem, p. 69.

(*Fassungskraft*)³⁸⁶ dos plastídulos. A primeira produz a estabilidade, a segunda a diversidade das formas organizadas”³⁸⁷

3.2. AS FASES DA ONTOGÊNESE, OS CICLOS GERATIVOS E A INDIVIDUALIDADE GENEALÓGICA

As teses de 27 a 33 são dedicadas ao aspecto temporal do processo do desenvolvimento individual, isto é, ao fato de que a sua existência se dá numa certa duração e o seu transcurso envolve fases. A duração deste processo é também determinada pelas leis da hereditariedade e da adaptação, sendo o resultado de sua interação³⁸⁸. Segundo Haeckel, estas fases são três, o crescimento (*Anaplasia*), transformação (*Metaplasia*) e a degeneração (*Cataplasia*). A primeira fase que é a do crescimento ou avanço do indivíduo (*Aufbildungszeit* ou *Anaplasia*)³⁸⁹ estende-se desde o estágio da célula ovo até a chegada da fase madura do organismo e que corresponde ao sentido usual do desenvolvimento³⁹⁰. A segunda fase corresponde à maturidade do indivíduo orgânico, que Haeckel designa também como o período da transformação (*Umbildungszeit* ou *Metaplasia*), caracteriza-se pela diferenciação³⁹¹. Nesta fase o organismo encontra-se no ponto máximo do seu crescimento e, segundo Haeckel, este é o principal critério para distinguir os limites deste período em relação à primeira e à terceira fase. Dado que o organismo atingiu nesta fase o limite do seu tamanho máximo, as eventuais expansões devidas à nutrição manifestar-se-ão na forma da propagação para além dos limites do indivíduo, isto é, na geração de novos indivíduos. Para Haeckel, efetivamente a “reprodução é uma nutrição e um crescimento do organismo para além do limite individual, o que faz com que uma parte do organismo se torne um todo”³⁹². A terceira e última fase é a idade da velhice ou da regressão (*Rückbildungszeit*

³⁸⁶ Nordenskiöld reproduz esta passagem de Haeckel na sua obra (cf. NORDENSKIÖLD, 1949, p. 584; 1935, p. 520); É de se observar, contudo, que o tradutor da edição espanhola verte *Fassungskraft* como ‘raciocínio’ ao invés de receptividade; Embora o termo alterado soe consoante com a crítica de Nordenskiöld à Haeckel, nesta passagem ele distorce de modo apreciável o sentido original; Na edição em língua inglesa o texto é mantido em alemão.

³⁸⁷ HAECKEL, 1919 [1876], p. 69.

³⁸⁸ HAECKEL, 1866, II, tese 28, p. 299.

³⁸⁹ Idem, tese 31, p. 299.

³⁹⁰ Idem, p. 20.

³⁹¹ Idem, tese 32, p. 299.

³⁹² Idem, p. 16.

ou *Cataplasis*), caracterizada pela degeneração do indivíduo³⁹³. Haeckel também define esta sequência de três fases da ontogênese pelas expressões evolução (*Evolution*), transvolução (*Transvolution*) e involução (*Involution*), respectivamente³⁹⁴.

As teses 34 a 39 tratam dos três níveis de individualidade genealógica. Uma vez que o tempo de vida dos indivíduos biológicos (biontes) é limitado, que eles se representam por meio de formas orgânicas determinadas (a forma da espécie) e que eles se conservam por meio da propagação individual (*Fortpflanzung*), devemos considerar o desenvolvimento orgânico do bionte (organismo) tanto em relação à série expressa na sua ontogênese como em relação à série do desenvolvimento filogenético de sua espécie³⁹⁵. Na primeira ordem da individualidade genealógica está o ciclo de vida do indivíduo (bionte). O desenvolvimento do indivíduo orgânico (ontogenia), que compreende todas as suas mudanças de forma do nascimento à morte, representa um ciclo gerativo (*Zeugungskreis* ou *Cyclus generationes*). Nesse sentido o indivíduo encontra-se limitado no interior de um ciclo de vida que se inicia e se encerra, e que ocorre numa certa duração bem delimitada. Por outro lado, num sentido diverso pode-se falar na sua continuidade para além do seu ciclo de vida individual uma vez que ele se propaga dando início a novos ciclos gerativos. Ele dá assim, prosseguimento à sua existência (ou, se reinicia) por meio da geração de novos organismos de sua espécie.

Num nível acima, o tipo (espécie) representa a soma de todos os ciclos gerativos semelhantes interconectados genealógicamente. Esta interconexão se dá pelo encadeamento contínuo dos ciclos gerativos dos indivíduos da espécie. Este conjunto interconectado de ciclos gerativos dos indivíduos representa a individualidade genealógica de segunda ordem³⁹⁶. Devido a isso a própria espécie pode ser interpretada como representando um ciclo gerativo, na medida em que ela tem um início, pode desaparecer após o decurso de um período de tempo mais ou menos longo e eventualmente dar origem a uma nova espécie. Haeckel explicou esse ponto numa obra tardia.

Assim como da nutrição resulta a conservação do indivíduo, assim da reprodução resulta a conservação da forma biológica particular que, sob o nome de espécie, se distingue de todas as outras [...] A série contínua dos indivíduos ligados entre si pela

³⁹³ HAECKEL, 1866, II, tese 33, p. 299.

³⁹⁴ Idem, p. 20.

³⁹⁵ Idem, tese 34, p. 300.

³⁹⁶ Idem, tese 35, p. 300.

reprodução e pertencendo à mesma espécie, faz com que esta determinada forma específica possa, apesar de tudo, manter-se durante um espaço de tempo mais ou menos longo. Mas a própria espécie está sujeita a desaparecer e não goza de “vida eterna”. Depois de ter vivido um tempo mais ou menos longo, a espécie morre completamente ou transforma-se em outras espécies³⁹⁷.

Por sua vez, o ramo ou filo (série filética) é a soma de todas as espécies interconectadas gerativamente e representam a individualidade genealógica de terceira ordem³⁹⁸. Este modo de conexão do desenvolvimento dos organismos em três níveis de individualidade genealógica, do indivíduo, da espécie e do filo, estabelecerá um marco explicativo central dentro do esquema de Haeckel, relacionando, além dos indivíduos orgânicos entre si, certas dimensões da realidade orgânica que não se encontram tão facilmente associadas e às quais a própria designação de indivíduos não é em geral aplicada. Assim, ele afirma que

A espécie orgânica ou tipo não é nada mais do que a soma de ciclos gerativos e assim constitui-se de uma coleção de ciclos gerativos similares, tal como os ciclos gerativos são constituídos de uma coleção de estados morfológicos pelos quais o bionte [...] passa durante o período da sua existência individual [...] Deste modo, nós afirmamos o significado da espécie como um indivíduo genealógico de segunda ordem [...] O ramo ou filo é a coleção de todas as espécies orgânicas que surgiram de uma e mesma forma de monera gerada espontaneamente³⁹⁹.

Interpretando o significado destas teses para a teoria da individualidade orgânica de Haeckel, bem como para a sua proposta de uma morfologia evolutiva em geral, Rinard asseverou que:

O entendimento de que o conceito de sucessão de ciclos de vida estava no cerne da definição de Haeckel de indivíduo clarifica algo da sua terminologia. Já foi observado que Haeckel identificou a reprodução com a propagação e usou [em diversos contextos] a palavra *Fortpflanzen* [propagação] no lugar de *Zeugen* [geração, procriação]. Isto ocorreu, parece, porque Haeckel, como Braun, estava preocupado com a renovação ou continuidade da vida e não meramente com a sua gênese [...] O

³⁹⁷ HAECKEL, 1964 [1904], p. 237.

³⁹⁸ HAECKEL, 1866, II, tese 36, p. 300.

³⁹⁹ HAECKEL, 1866, II, p. 30; cotejado com RICHARDS, 2002, p. 134, n. 60.

uso de *Fortpflanzen*, embora um termo mais apropriado para estudos botânicos [a área de pesquisa de Braun], podia tanto incluir a idéia de uma extensão para além do indivíduo na reprodução como a expansão geográfica ou espacial possível para brotos e espécies⁴⁰⁰.

Em primeiro lugar, como vimos, o indivíduo biológico está identificado na concepção de Haeckel ao indivíduo fisiológico, que é aquele que exhibe a propriedade de autopreservação. Mas, além de identificar o indivíduo ao seu próprio ciclo vital, Haeckel, procura com esta perspectiva conectá-lo estreitamente também à função da reprodução ou propagação. O aspecto fisiológico básico do indivíduo se expressa, para Haeckel, nas funções de nutrição e reprodução. Assim, embora tenha em si mesmo um fim, o ciclo vital de um indivíduo perpetua-se através da sua descendência através do fenômeno da geração orgânica, dando origem a novos ciclos de vida de outros indivíduos de sua espécie. Mas a própria espécie representa um ciclo de vida de nível superior, conectando os diversos ciclos de vida de nível inferior dos diversos membros da espécie. Haeckel estabelece assim uma nova dimensão da individualidade que é a individualidade genealógica composta de três níveis, o indivíduo fisiológico, a espécie e o filo⁴⁰¹. O primeiro nível da individualidade genealógica é precisamente o ciclo vital dos organismos ou sua ontogênese. Estes vários ciclos de vida encadeados ou interconectados inserem-se num segundo ciclo mais amplo, que representa o nível de individualidade genealógica da espécie. Por fim, a interconexão dos ciclos de vida de diversas espécies forma o terceiro nível de individualidade genealógica, que é o do filo, e que, portanto, representa a própria filogênese.

3.3. AS TESES ONTOGENÉTICAS CAUSAIS

O bloco que conclui as teses ontogenéticas, de 40 a 44, discute, como indicamos acima, as relações causais entre a ontogênese e a filogênese. À luz do previamente exposto, tais teses indicam o modo como se deve compreender o processo ontogenético ou, mais precisamente, como podemos compreender e explicar as causas das mudanças de forma verificadas no desenvolvimento epigenético do indivíduo orgânico. Esta série de passos ou estados morfogenéticos que se sucedem numa duração apreensível, uma

⁴⁰⁰ RINARD, 1981, p. 274.

⁴⁰¹ Cf. RICHARDS, 2008, p. 133.

vez compreendida, será inversamente um dos principais meios pelo qual poderemos apreender (abstratamente) o processo mais geral de evolução/desenvolvimento das formas orgânicas. Este bloco de teses pode ser dividido em dois segmentos, o primeiro (teses 40, 41 e 42) com a apresentação positiva dos princípios biogenéticos e o segundo (teses 43 e 44) com o estabelecimento de certas condições restritivas dos seus resultados.

3.3.1. A COMBINAÇÃO DOS PRINCÍPIOS BIOGENÉTICOS

A saída de Haeckel será combinar uma abordagem sobre a dinâmica fisiológica própria dos organismos na sua relação com o meio externo, com um entendimento dos níveis nos quais a realidade orgânica se expressa dentro de um processo de longa duração. As duas primeiras teses deste bloco contêm o seu núcleo. Nelas Haeckel expressa que:

40. A ontogenia, ou o desenvolvimento do indivíduo orgânico, sendo a série de mudanças de forma [*Formveränderungen*] através da qual cada organismo individual passa ao longo de toda a sua existência individual, é imediatamente dependente [*bedingt durch*] da filogênese, ou do desenvolvimento da linhagem orgânica (Phylon) à qual ele pertence.

41. A ontogenia é a curta e rápida recapitulação da filogenia, dependente das funções fisiológicas da transmissão hereditária (propagação) e da adaptação (nutrição)⁴⁰².

Em uma palavra, as mudanças de forma da ontogênese podem ser explicadas pelas mudanças de forma da filogênese, sendo, de fato, a sua reprodução em escala temporal reduzida. Mas Haeckel não está aqui meramente pondo lado a lado duas séries de desenvolvimento cujos estágios morfogenéticos guardam certa similaridade. Ele quer efetivamente oferecer uma explicação, que tanto quanto possível, aponte para a conexão material das duas séries. Se reunirmos as teses anteriormente expostas à afirmação do condicionamento da ontogênese pela filogênese, veremos que, neste momento, Haeckel está colocando em evidência um aspecto fundamental das relações mútuas que tais séries do desenvolvimento mantêm entre si. Esta noção do condicionamento da ontogênese pela filogênese ilumina o fato de que as mudanças de forma no processo de

⁴⁰² HAECKEL, 1866, II, p. 300.

desenvolvimento são o resultado de um longo e lento acúmulo de mudanças ontogenéticas no curso de inúmeros ciclos reprodutivos. Um conjunto suficientemente amplo de ciclos, condicionado pelas funções da herança e da adaptação, conduz às mudanças significativas de forma com impacto num nível superior da individualidade genealógica. Assim, as relações causais mútuas entre as duas séries de desenvolvimento só podem ser entendida dentro de uma visão geral na qual se estabeleça uma clara distinção quanto à natureza, à dinâmica e às dimensões distintas de cada uma das séries. Tentemos encadear a sequência explicativa do conjunto das teses.

A vida de um organismo é propriamente a sua ontogênese, o conjunto de alterações pelas quais ele passa ao longo de sua existência individual, numa palavra, durante o seu ciclo de vida ou ciclo gerativo (*Zeugungskreis*). A ontogênese é um processo epigenético, no qual o organismo individual parte de um estágio mais simples em termos estruturais em relação ao seu estágio de pleno desenvolvimento. Isto pode ser expresso também pelo fato de que, afora os casos mais simples de reprodução (por exemplo, na divisão de um organismo unicelular em partes iguais), a semente ou germe do novo organismo é estruturalmente mais simples do que o organismo ou os organismos que foram diretamente responsáveis pela geração. O que explica, em primeiro lugar, este desenvolvimento (*Evolution*) ou processo de mudança de forma é que na reprodução há uma transferência material do organismo gerador para o organismo gerado, de tal forma que os plastídulos transferidos levam consigo não apenas as características da sua constituição (material), mas também os seus movimentos típicos. Ou melhor, a herança envolvida no processo de geração implica certa continuidade física, por meio da qual o ser gerador transfere para o ser gerado não apenas parte de seus elementos materiais próprios (plastídulos), mas também as suas características dinâmicas próprias. A memória que é a propriedade distintiva dos seres vivos representa exatamente esta capacidade de registrar e repetir o modo de agitação ou da dinâmica própria dos plastídulos. Assim, ele afirma que, na reprodução,

Sempre se transmite de pais a filhos uma maior ou menor quantidade de materia do protoplasma albuminóide ou substância celular. Mas [nela] também se transmite, ao mesmo tempo, as propriedades dessa matéria, os movimentos moleculares do plasma, que mais tarde se manifestarão com uma modalidade própria⁴⁰³.

⁴⁰³ HAECKEL, 1930[1879], p. 147.

E, no detalhamento da sua teoria da geração, ele explicou que:

Todo movimento de novos plastídulos [...] compõe-se, pois, por uma parte, e em proporção preponderante da série dos antigos movimentos dos plastídulos, conservados fielmente de geração em geração por herança e, em segundo lugar, de uma parte menos considerável de movimentos de igual gênero, adquiridos novamente por adaptação (Haeckel, 1919 [1876], p. 47).

As formas orgânicas são sujeitas à variação e ao progresso. A matéria orgânica original surgiu por geração espontânea da matéria inorgânica, devido ao dinamismo próprio da matéria e às condições do meio. Os organismos mantêm esse dinamismo interno e desenvolvem-no devido à propriedade da memória que é o caráter distintivo da matéria orgânica. Esse dinamismo desenvolvido corresponde à capacidade de variarem sua forma. Isto ocorre por meio do seu esforço de automanutenção e da sua capacidade adaptativa de adequar-se às condições e restrições do meio externo. Esta variação adaptativa é gradual, condicionada pelas interações materiais entre a atividade do meio interno e o meio externo. As mudanças na atividade do meio interno são, de fato, variações na forma de movimentação ou agitação dos plastídulos. Esta variação é incorporada pela função da memória.

A variação das formas orgânicas, isto é, o surgimento de novas formas a partir de formas anteriores, é amplamente indicado e sustentado pelo registro paleontológico e pela anatomia comparativa. A paleontologia mostra a existência, no passado, de diferentes conjuntos de formas orgânicas nos estratos ou camadas geológicas, devido ao registro fóssil aí localizado, o que indica, pela sua disposição, uma mudança das formas orgânicas animais e vegetais ao longo das eras dentro de uma escala de desenvolvimento progressivo. A anatomia comparativa, por sua vez, indica nos grandes grupos de organismos a existência de uma unidade de tipo fundamental.

Para relacionar o fenômeno dos ciclos gerativos dos organismos individuais e o fenômeno da natureza mutável das espécies, era preciso conceber o tipo de ligação e de continuidade material que os unia. Para Haeckel, o modo de conectar estas duas ordens de fenômenos poderia ser feito com a sua distinção dos níveis de individualidade genealógica, tendo como o seu centro a noção de ciclos gerativos. A espécie representa um tipo de individualidade diferente daquela que verificamos nos organismos em sentido ordinário, e tal individualidade é, para nós, menos apreensível. Isto porque sua

existência material tem uma dimensão e uma forma de ocorrência em termos espaciais e temporais que estão fora do padrão segundo o qual estabelecemos ordinariamente a existência individual. Sua existência espacial e temporal ocorre numa escala de magnitude que a torna diretamente apreensível.

Por exemplo, sua unidade não se expressa por uma continuidade material presente e perceptível de suas partes (os indivíduos) do modo que se verifica ordinariamente nos indivíduos orgânicos. Por consequência, a unidade da espécie deve ser concebida de modo abstrato em relação à sua forma persistente, representada em todos os indivíduos que a compõem. Mas em certo sentido é possível conceber uma continuidade material. Para isto, precisamos, em primeiro lugar, conceber sua existência como o conjunto interconectado de todos os ciclos gerativos dos indivíduos da espécie. Por outro lado, precisamos tomar a sua existência total como fazendo parte de um esquema evolutivo geral, isto é, no interior de uma filogenia dentro da qual ela mesma teve um início ou nascimento e terá eventualmente um fim, gerando ou não novas espécies⁴⁰⁴.

Para Haeckel, relacionar as dimensões das duas séries de desenvolvimento biogenético envolvia a combinação de um aspecto genético ou da dinâmica interna dos organismos, caracterizado pelo seu impulso próprio de automanutenção com um aspecto histórico, marcado pela conjunção do impulso de automanutenção e pelo potencial adaptativo dos organismos frente ao meio externo. As variadas condições do meio ambiente e as pressões daí decorrentes sobre os organismos jogavam efetivamente um papel central na direção das adaptações, seja disparando o movimento adaptativo interno seja através do mecanismo da seleção natural. É neste sentido que Breidbach afirma que a essência da visão de Haeckel consistia em formar uma síntese das idéias de Goethe e de Darwin, uma tarefa que ele reputa como essencialmente problemática⁴⁰⁵. Isto porque, segundo ele, “na visão de Goethe, a história da natureza não é nada mais do que um processo ontogenético”, no interior de um esquema prefixado e no qual o tempo e a história não desempenham papel na criação do novo, enquanto que “para Darwin, contudo, a natureza formava-se na sua história”, sendo, portanto, as relações dos

⁴⁰⁴ Haeckel se oporá, contudo, a que se tome como um único indivíduo (em sentido ordinário) todos os organismos nascidos por reprodução assexuada, proposta formulada pelo botânico italiano Giorgio Gallesio (1772-1839) em 1816 e por Huxley em 1855 (cf. HAECKEL, 1963 [1904], p. 156-7). Por outro lado, Richards assinala que esta noção inicial de Haeckel do tratamento das espécies como indivíduos encontrará ressonâncias em futuras teorias evolutivas (Cf. RICHARDS, 2002, p. 135, nota 59).

⁴⁰⁵ BREIDBACH, 2002, p. 282-3.

organismos essencialmente acidentais⁴⁰⁶. Deste modo, Breidbach é representativo de um posicionamento que visa apartar a visão de Haeckel da de Darwin, mostrando que Haeckel manteve-se arraigado à tradição tipológica e idealista, enquanto Darwin representaria, de fato, um rompimento com a visão teleológica. Segundo tal interpretação, é na visão de Darwin e não na de Haeckel que se pode encontrar um tipo de explicação mecanicista das formas orgânicas. Em suma, na visão de Breidbach, a pretensão de Haeckel da síntese Goethe-Darwin não teria alcançado seus objetivos.

A tese 42 começa com uma importante qualificação da proposição central sobre o mecanismo da recapitulação. Haeckel informa qual é o objeto mesmo da recapitulação, informa sobre o que se pode supor seja recapitulado na ontogênese. Poderíamos esperar, talvez, uma recuperação ponto a ponto de todos os passos do processo evolutivo no desenvolvimento individual, mas esta correspondência perfeita das mudanças das duas séries biogenéticas não ocorre de fato. Contudo, a inexistência desta recuperação literal de toda a sucessão morfogenética não afeta o significado do paralelo das duas séries. Isso porque aqueles passos efetivamente recapitulados são as mais importantes mudanças de forma. Dentre essas, as mudanças de forma que desempenham um papel estrutural central no desenvolvimento do indivíduo orgânico. Isto garante de saída o extremo significado do paralelismo para uma teoria geral da forma orgânica. Esta tese tem, em certo sentido, uma função intermediária entre as duas primeiras, que afirmam os princípios gerais, e as duas últimas teses do bloco, onde se apresentam as condicionantes da recapitulação. Haeckel salienta o aspecto morfológico envolvido na recapitulação.

42. O indivíduo orgânico (enquanto um indivíduo morfológico da primeira à sexta ordem) repete durante o rápido e curto transcurso do seu desenvolvimento individual as mais importantes mudanças de forma que os seus antepassados atravessaram durante o lento e longo transcurso de sua evolução paleontológica segundo as leis da transmissão hereditária e da adaptação.

Haeckel inicia esta tese lembrando que o indivíduo orgânico encontra-se inserido dentro de uma escala de níveis de individualidade morfológica, da primeira à sexta ordem. O indivíduo fisiológico de um dado nível de individualidade é um conjunto de indivíduos morfológicos do nível imediatamente anterior. Esta dimensão

⁴⁰⁶ Idem, p. 282.

estrutural da morfologia de Haeckel, que trata do aspecto construtivo do organismo dentro de uma escala ascendente de níveis de individualidade morfológica, estabelece uma sequência de degraus ou plataformas construtivas que são uma condição indispensável para o avanço ao estágio seguinte. Deste modo, a série estrutural representada por esta escala morfológica ascendente constitui-se de imediato como um plano básico do desenvolvimento das formas orgânicas. Em qualquer um dos seis níveis de individualidade morfológica em que esteja um determinado indivíduo fisiológico (o bionte ou organismo), nós sabemos sempre que o seu desenvolvimento contém pelo menos aqueles passos mais importantes de mudanças de forma supostos pela sua estrutura. Segundo um ponto de vista que aceita a evolução das espécies como o modo de surgimento de novas formas orgânicas, deve-se aceitar também que este plano mínimo de desenvolvimento orgânico de um dado organismo foi igualmente trilhado pelas formas orgânicas (espécies) da série filética à qual a própria espécie do organismo em questão está inserida. Evidentemente, Haeckel não se refere aqui exclusivamente à recapitulação deste plano estrutural mínimo, mas tal plano encontra-se incluído no rol das mudanças mais importantes de forma, constituindo-se, portanto, efetivamente, na dimensão básica e incontornável do argumento da recapitulação.

3.3.2. OS MECANISMOS RESTRITIVOS DA RECAPITULAÇÃO

Por outro lado, ao introduzir desse modo a noção de que são apenas as “mais importantes mudanças de forma” que são preservadas, Haeckel abre o caminho para discutir os mecanismos que condicionam e impedem a perfeita recapitulação. Assim prossegue ele na tese 43:

A repetição completa e perfeita do desenvolvimento filético no desenvolvimento biôntico [isto é, do desenvolvimento do indivíduo fisiológico ou, simplesmente, do organismo individual] é perturbada e abreviada por contração secundária, quando a ontogenia toma um caminho mais direto; assim, a repetição é tanto mais completa quanto mais longa é a série de estados juvenis pelos quais ela passa.

Esta imperfeição ou falta de completude no paralelo entre as séries biogenéticas deve-se, segundo Haeckel, à herança abreviada (*abgekürzten*) ou simplificada (*vereinfachten*) que faz com que o desenvolvimento individual seja encurtado, ou seja,

realize o seu trajeto do início ao fim num tempo menor e de um modo que envolve um menor número de passos. Haeckel seguiu de modo geral e expresso quanto a este ponto as opiniões de Fritz Müller⁴⁰⁷. No seu trabalho sobre embriologia de crustáceos no qual buscava oferecer apoio à teoria da evolução darwinista Müller asseverou:

As formas primitivas preservadas na embriogênese se apagam gradualmente na medida em que o desenvolvimento aproxima-se de um caminho cada vez mais direto desde o ovo até o animal adulto⁴⁰⁸

E explica na sequência:

Tal como a lei da hereditariedade não é rigorosa, na medida em que [apesar da sua ação conservadora] há variações individuais em relação à forma dos pais, ocorre assim de modo igual na sucessão temporal do processo de desenvolvimento [...] Em geral é útil que um animal obtenha em conjunto, tão cedo quanto possível, as vantagens por meio das quais se mantém na luta pela existência. O surgimento precoce de peculiaridades originariamente adquiridas num estágio posterior será vantajoso, e o seu surgimento retardado desvantajoso [...] Deste modo, cada alteração que faça com que os estágios larvais, surgidos por desvios ou alterações, sigam uma direção mais reta, simplifica ou abrevia o processo de desenvolvimento, fazendo-o retroceder a um ponto anterior do período de vida⁴⁰⁹.

Assim, segundo Müller, no caso dos organismos que, como os crustáceos, têm um longo desenvolvimento e apresentam estágios larvais de vida livre sujeitos às pressões ambientais, podem ocorrer variações na morfogênese que representam de fato a obtenção da forma plena adulta atravessando um número menor de passos no processo e num tempo mais curto. Neste caso, o desenvolvimento individual conduz mais cedo à sua forma adulta, o que representa uma vantagem competitiva para o organismo e que representa também, ao mesmo tempo, uma menor fidedignidade da recapitulação da sua história filética. Esta vantagem, segundo Müller, é dada pelo fato de que o jovem iniciaria a sua luta pela sobrevivência já com a forma de seus pais e dotado de todas as suas faculdades, isto é, com a forma plena adulta de sua espécie⁴¹⁰. O resultado é que,

⁴⁰⁷ Cf. RUSSELL, 1916, p. 252-4.

⁴⁰⁸ MÜLLER, 1996 [1864], p. 154.

⁴⁰⁹ MÜLLER, 1864, p. 77-8, cotejado com MÜLLER, 1996 [1864], p. 154.

⁴¹⁰ MÜLLER, 1996 [1864], p. 155.

neste caso, o registro da série de transformações da história filética gravado na ontogênese torna-se menos perceptível na medida em que aquelas variações eventuais no desenvolvimento que encurtam o caminho até a forma adulta significam efetivamente a supressão de certos passos morfogenéticos da série filética.

Müller oferece na sequência alguns casos em que as condições de desenvolvimento poderiam ser favoráveis à ocorrência deste tipo de fenômeno, considerando o meio de desenvolvimento e estilo de vida das larvas, a divisão de trabalho entre os distintos estágios larvais⁴¹¹, as suas diferentes necessidades nutritivas, os tipos de ovos etc.⁴¹². Em resumo, tanto para Müller como para Haeckel, o fenômeno da abreviação da ontogênese deve ser tomado como consistindo de um progresso secundário ligado ao tempo de duração e ao ritmo de evolução da espécie e às condições sob as quais se dá o desenvolvimento, representando apenas um caminho mais direto, porém sem desvios. Ao fenômeno da abreviação da ontogênese, Haeckel acrescenta outro na tese 44:

A repetição completa e perfeita do desenvolvimento filético no desenvolvimento biôntico é falsificada e alterada por adaptação secundária, quando o bionte adapta-se durante o seu desenvolvimento individual a novas condições; assim a repetição é tanto mais fiel quanto as condições de existência sob as quais se desenvolvem o bionte e seus ancestrais forem mais idênticas⁴¹³.

Assim, na esteira de Müller, Haeckel defende que a história primitiva de uma espécie preservar-se num grau mais elevado na sua embriogênese na medida em que a sua série de estados juvenis é relativamente maior. Adicionalmente, ela tem uma tendência a preservar mais fielmente o seu caminho original com a sequência de estágios que lhe é própria, “quanto menos o modo de vida do jovem se afaste do [modo de vida] dos adultos e quanto menos as peculiaridades dos estados juvenis possam ser concebidas como sendo transferidas para trás, de períodos tardios para períodos prévios, ou adquiridos independentemente”⁴¹⁴.

⁴¹¹ Este aspecto da adaptação de estágios larvais que se verifica por divisão de trabalho das distintas fases (por exemplo, a nutrição numa fase e a busca de um local para fixação em outra) já havia sido citado por Darwin (cf. DARWIN, 1860 [1859], p. 383-4).

⁴¹² Cf. MÜLLER, 1996 [1864], p. 155.

⁴¹³ HAECKEL, 1866, II, p. 300.

⁴¹⁴ MÜLLER, 1996 [1868].

Como Richards observou, Haeckel elaborou os processos que interferiam na recapitulação em duas categorias, os palingenéticos e os cenogenéticos. Ele se referia por este modo, em primeiro lugar aos processos que atuavam, por um lado, no sentido da preservação integral no desenvolvimento ontogenético da sequência filogenética, isto é, aos processos que conservavam na sua gênese a memória dos passos pregressos da evolução (*palingenesis*). Contrariamente, aos processos que, como vimos, restringiam a recapitulação, representando uma distorção ou adaptação da sequência dos passos evolutivos no desenvolvimento individual ele nomeou de *cenogenesis*, indicando por este modo as novidades surgidas na ontogênese que não revelam os caminhos da evolução filética. Esta terminologia foi introduzida por Haeckel em seu artigo de 1875, “*Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere*”, reconhecendo o crédito de Fritz Müller por ter estabelecido inicialmente a distinção⁴¹⁵. A incorporação desta distinção na teoria de Haeckel tornou-se um de seus pontos mais controversos, na medida em que seus críticos levantaram a questão de saber até que ponto o reconhecimento do falseamento da série filogenética na ontogênese ainda permitia à hipótese de Haeckel obter algum estatuto teórico. De modo geral, o ponto aqui é de que não seria possível resolver, de um ponto de vista empírico, se um determinado estágio devia ser considerado palingenético ou cenogenético. Retornaremos ainda a esta questão.

Tentemos agora sintetizar o caminho que percorremos ao longo deste capítulo e retomar o seu sentido geral. Nosso ponto de partida foi aceitar provisoriamente a estrutura do argumento e da interpretação de Russell sobre a natureza e o significado da lei biogenética fundamental. Deste modo, retomamos as suas principais fontes, a saber, a longa tradição da noção de paralelismo das séries orgânicas na sua versão linear baseada em grande medida na noção da cadeia do ser, a crítica à noção deste paralelismo unilinear desenvolvida pelos defensores da teoria dos tipos, em particular na formulação produzida por von Baer, e o surgimento de uma tentativa de superação desta oposição entre o paralelismo unilinear e a visão ramificada da relação entre os diversos padrões de desenvolvimento individual de von Baer que se materializou nas versões da recapitulação de Darwin e Fritz Müller no interior de uma perspectiva francamente evolucionista. A conclusão de Russell é que Haeckel manteve-se estritamente dentro dos limites já dados pela formulação inicial desta recapitulação evolucionista e pouco acrescentou à sua estrutura conceitual. Deste modo, Haeckel teria apenas formulado de

⁴¹⁵ RICHARDS, 2008, p. 156, texto e nota 119.

modo mais preciso, por meio da lei biogenética fundamental, esta tentativa de síntese da tradição tipológica e da visão evolucionista que buscava reeditar em novas bases a velha noção de paralelismo e de recapitulação. De nossa parte, procuramos mostrar, por outro lado, com a reconstrução das linhas gerais da morfologia evolucionista de Haeckel e das teorias que lhe davam sustentação, que a lei biogenética fundamental representou de fato a tentativa de elaborar uma teoria mais ampla, sistemática e compreensiva em relação às anteriores formulações recapitulacionistas. Dentro deste projeto, a teoria da gastrea desempenhará o papel de dar uma solução para o problema das formas orgânicas em relação aos animais e oferecerá um exemplo sugestivo sobre os modos de combinação da pesquisa empírica e da especulação na formulação de teorias científicas. No próximo capítulo buscaremos analisar então o seu significado teórico dentro do pensamento de Haeckel.

Capítulo 3

A TEORIA DA GASTREA E A NOÇÃO DE FORMA HAECKELIANA

No capítulo inicial de nosso trabalho, apresentamos a noção de forma gastrular e a teoria de gastrea, bem como os pressupostos gerais da morfologia evolutiva de Haeckel. No segundo capítulo, estudamos o elemento teórico central dessa perspectiva morfológica, a lei biogenética fundamental que, portanto, é a fonte primeira da qual decorre a teoria da gastrea. Desde o início, aliás, apontamos que a teoria da gastrea é uma aplicação da lei biogenética fundamental, mas um tipo de aplicação cuja natureza e consequências representam um aprofundamento dos pressupostos de que parte e ultrapassam os seus limites específicos. No presente capítulo, pretendemos analisar, dentro dessa perspectiva, o significado da contribuição da teoria da gastrea à morfologia haeckeliana em alguns de seus aspectos principais. Inicialmente apontaremos como a formulação da noção de forma gastrular e os estudos sobre as esponjas calcárias, da qual aquela decorre, significaram uma alteração teórica importante na teoria da individualidade orgânica de Haeckel. Na segunda seção, procuraremos explicar o sentido geral da reforma da classificação do sistema animal contida nessa teoria. Esses dois grandes tópicos articulam-se através da noção de ‘forma-indivíduo’, esclarecida nos estudos sobre a gastrea. Na terceira seção analisaremos um tipo de objeção à teoria da forma de Haeckel, dirigida justamente à teoria da gastrea, que ressalta os seus supostos aspectos atomistas e sugere que a noção de indivíduos complexos aí presente reduz-se basicamente ao de uma composição de unidades inferiores. No sentido de mostrar que o materialismo de Haeckel não subtrai o significado da sua noção de forma orgânica e de forma gastrular, procuraremos sugerir um caminho de superação dessa objeção. Por fim, na última seção tentaremos mostrar os sentidos em que se pode considerar que a teoria da gastrea representa uma contribuição teórica geral para a morfologia haeckeliana.

1 – A TEORIA DA GASTREA E A REFORMA PARCIAL DA TEORIA DA INDIVIDUALIDADE ORGÂNICA

O quadro traçado da lei biogenética fundamental no segundo capítulo de nosso trabalho permite-nos agora avançar para uma análise do papel específico desempenhado pela teoria da gastrea dentro da proposta de Haeckel de uma morfologia evolucionista e

dos passos adicionados por tal teoria na trilha aberta em 1866 pela *Morfologia Geral*. Vimos que, sob o fundamento da lei biogenética fundamental, a teoria da *Gastrea* mostrou o caminho de surgimento e a forma básica dos metazoários a partir da constatação da homologia das camadas germinativas e da recorrência do estágio gastrular nos diversos grupos animais exceto os protozoários. Por esse modo, Haeckel pôde definir a forma mínima comum dos metazoários e com isso a natureza específica dos indivíduos deste grupo particular de organismos que é compartilhada por todos os seus integrantes. Devemos salientar agora que esse passo consistiu na superação de alguns problemas específicos.

Como sabemos, na sua obra inicial, Haeckel tinha já indicado os parâmetros para a compreensão geral sobre a natureza da forma orgânica, bem como sobre o processo de surgimento das formas orgânicas superiores a partir das inferiores. Uma das principais formas de expressão desse conhecimento em perspectiva morfológica e evolutiva foi dada por sua teoria dos níveis de individualidade, na qual se indicava a sequência construtiva dos organismos complexos. A meta geral de Haeckel era a montagem de um sistema natural dos organismos. Reconhecia o caráter provisório de suas propostas iniciais e manifestou, no texto da *Teoria da Gastrea*, que, apesar do esforço teórico desenvolvido nessas primeiras tentativas⁴¹⁶, elas careciam ainda de uma base empírica e teórica mais ampla para alguns de seus pontos fundamentais. É nesse sentido que ele discute as dificuldades envolvidas nesse projeto:

A aplicação dos princípios biogenéticos gerais aos diferentes campos específicos da biologia, e especialmente ao sistema natural dos organismos, é um problema científico que, na verdade, deve ser encarado, é claro, por todos os biólogos reflexivos, mas que se depara com as maiores dificuldades nas tentativas de levá-la profundamente à execução. Estas dificuldades devem-se em geral principalmente às baixas condições de desenvolvimento de nosso conhecimento biológico e ao limitado conhecimento que a biologia tinha até agora sobre as funções fundamentais do desenvolvimento formativo da herança e adaptação, mas mais especialmente às grandes deficiências e imperfeições dos chamados "registros da criação" empíricos, que as três áreas da ontogênese, da paleontologia e da anatomia comparativa nos oferecem⁴¹⁷.

⁴¹⁶ Isto é nas propostas formuladas na *Morfologia Geral* e nas primeiras edições da *História da Criação Natural*, desde a primeira edição de 1868 até a quarta edição reformulada de 1873 (cf. HAECKEL, 1874 [1873], p. 149).

⁴¹⁷ HAECKEL, 1874 [1873], p. 149.

Quanto a essas dificuldades, deve-se destacar que, embora Haeckel enfatize “especialmente” a carência de dados empíricos, ele está manifestando também uma carência que é de ordem teórica e conceitual. As “baixas condições” do conhecimento biológico devem-se, em boa medida, na sua perspectiva metodológica do *empirismo conceitual*, à falta de “reflexividade” com que se desenvolve grande parte do conhecimento por parte dos biólogos. Por outro lado, ele próprio encontra-se em meio a um esforço necessário e permanente de incremento do instrumental teórico para o desenvolvimento de seu projeto morfológico. Para nomear a questão central podemos dizer que é evidente que, na formulação de Haeckel de 1866, não se encontrava ainda estabelecida de modo nítido nem a história nem a natureza da *forma básica* dos animais, as quais poderiam conferir inequivocamente o caráter unitário desse grande grupo de organismos em termos morfológicos e evolutivos, e contribuir decisivamente para uma reconstrução efetiva do sistema natural dos animais. Assim, quando Haeckel afirma que o principal objetivo da teoria da *gastrea* é tentar “melhorar substancialmente (*wesentlich*) aquele primeiro esquema genealógico do sistema natural”, tarefa para a qual ele congrega, além dos princípios biogenéticos, “a fundamental teoria das camadas germinativas”⁴¹⁸, ele está dizendo, acima de tudo, que é necessária uma nova e ampla *noção* que, fundada teoricamente e apoiada empiricamente, dê conta de alcançar e apreender a forma básica dos animais. É isto justamente o que constitui o núcleo da teoria da *gastrea*. Nesse sentido, o estabelecimento da noção de forma gastrular como forma básica de todos metazoários, é o responsável principal pelos ganhos científicos advindos da teoria da *gastrea*, isto é, o entendimento da organização do sistema natural e a sua explicação causal⁴¹⁹.

Como lembramos acima, a doutrina da individualidade biológica constitui-se num dos pilares da morfologia de Haeckel e, do mesmo modo, ela assume um papel central na formulação da teoria da *gastrea*. O complexo modelo de individualidade biológica de Haeckel era uma tentativa de abarcar num único corpo teórico toda a ampla gama de fenômenos biológicos ligados à formação, desenvolvimento e ciclo de vida dos indivíduos orgânicos. Um dos modos de compreender o modelo de individualidade de Haeckel é tomar a escala da individualidade morfológica como representando o extrato mais resumido da série do desenvolvimento ontogenético de um organismo. Segundo

⁴¹⁸ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150; HAECKEL, 1877 [1873], p. 12.

⁴¹⁹ HAECKEL, 1874 [1873], p. 149-150.

Richards, no modelo evolucionista de Haeckel esses seis estágios da forma individual (*Form-Individuum*)⁴²⁰ da série da individualidade morfológica são, efetivamente, atravessados pelo organismo (bionte) durante seu desenvolvimento:

Assim, por exemplo, o ser humano inicia como um ovo – uma forma-individual de primeira ordem. Com a fecundação e a montagem do aglomerado de células, ele é comparável a um órgão (de caráter homogêneo); com a linha primitiva, ele torna-se um indivíduo bilateral, ou um indivíduo de terceira ordem; com o desenvolvimento das vértebras, ele atinge o estágio metamérico; e finalmente ele termina como um indivíduo (*Person*) chegando à forma de quinta ordem⁴²¹.

Como destaca Richards, para Haeckel, os seis estágios da *forma individual* dessa escala morfológica encontram-se contidos na série do desenvolvimento ontogenético dos organismos superiores e, conforme a lei biogenética, eles representam uma recapitulação das mais significativas alterações morfológicas que a espécie atravessou na sua evolução filogenética de sua espécie, isto é, das “formas morfológicas características da cadeia dos seus antigos ancestrais”⁴²². Essa reconstrução estratificada e resumida da ontogenia numa escala epigenética crescente das formas individuais contribuiu, com eloquente clareza, para a apresentação da tese da recapitulação ao sublinhar a dimensão morfológica do desenvolvimento, particularmente para os organismos superiores. Por outro lado, uma das consequências desse modelo da individualidade biológica de Haeckel, quando aplicado ao desenvolvimento individual, era evidenciar dentro de um processo contínuo os vários pontos de passagem das formas individuais dos diversos níveis morfológicos que iam até o organismo completo. Para Haeckel, tais passagens podiam esclarecer as relações entre os estágios mais primitivos e os mais desenvolvidos das formas animais, esclarecimento a partir do qual se pode compreender propriamente o surgimento efetivo da individualidade animal. De modo mais claro, pode-se dizer que a busca do estabelecimento de uma clara separação entre os verdadeiros animais e os protozoários ou primitivos animais (*Urthiere*) encontrava-se entre os objetivos principais das investigações embriológicas de Haeckel alicerçadas na noção de níveis de individualidade das formas orgânicas.

⁴²⁰ Cf., HAECKEL, 1866, I, por exemplo, p.309, 312 e 321; HAECKEL, 1872, I, p. 109.

⁴²¹ RICHARDS, 2008, p. 133.

⁴²² Cf. RICHARDS, 2008, p. 132-3.

Entre a *Morfologia Geral* e a elaboração da teoria da gastrea, certos aspectos da compreensão de Haeckel sobre a individualidade biológica sofreram algumas alterações. O ponto principal de mudança refere-se ao conceito de ‘indivíduo’ (*Person*), que corresponde a um dos níveis específicos da individualidade orgânica do modelo proposto por Haeckel. Como vimos (capítulo 1, ítem 4), na ciência da tectologia, o *Person* era definido como o indivíduo de quinta ordem dentro da série de seis níveis da individualidade morfológica, a qual compreendia, em sentido ascendente de complexidade, (1) plastídeos, (2) órgãos, (3) antímeros, (4) metâmeros, (5) *Personen* ou indivíduos e (6) cormos ou colônias, conforme exemplificado parcialmente na citação anterior de Richards. Em termos morfológicos, cada um dos níveis era em primeiro lugar uma composição de elementos do nível imediatamente anterior. Assim, no sentido estritamente morfológico, o *Person* é um composto de metâmeros, e em termos de individualidade fisiológica (biontes), ele corresponde, conforme indicado pelo autor, aos vertebrados, artrópodes, equinodermos e vermes articulados (anelídeos)⁴²³.

Haeckel nos explica na *Morfologia Geral* que a noção de *Person* identifica-se à forma orgânica no seu grau mais elevado ou, mais precisamente, a “mais elevada unidade da forma orgânica” (*höheren organischen Formeinheit*)⁴²⁴. Assim, o componente progressivo do modelo de Haeckel dado pelo aumento gradativo da complexidade morfológica ao longo da série, conecta-se aqui com o componente da unidade orgânica animal (*Einzelthiere*)⁴²⁵. Isto quer dizer que o *Person* corresponde ao nível mais alto da individualidade orgânica no sentido em que ele expressa o grau mais alto de complexidade e perfeição (*Vollendung*)⁴²⁶, que mantém ao mesmo tempo um alto nível de centralidade e unidade fisiológica. Mas Haeckel esclarece, contudo, que não se pode atribuir um sentido absoluto a nenhum nível de forma individual, o que seria desconsiderar que a individualidade fisiológica pode efetivamente se manifestar em qualquer dos seis níveis morfológicos identificados por ele. Assim, embora a expressão *Person*, em seu sentido ordinário ou em seu uso comum busque identificar propriamente o indivíduo real (*eigentlich Individuum*)⁴²⁷, esse uso incorreto do termo deve-se à associação imediata que se faz da noção geral de individualidade com a forma específica da individualidade, que é verificada nos seres humanos e nos animais

⁴²³ Cf. RICHARDS, 2008, p. 320-1.

⁴²⁴ HAECKEL, 1866, I, p. 318.

⁴²⁵ Cf. HAECKEL, 1866, I, por exemplo, p. 324.

⁴²⁶ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 326.

⁴²⁷ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 318.

superiores⁴²⁸. Mas, de qualquer modo, é significativo que Haeckel atribua tal terminologia (*Personen* ou *Prosopen*) para expressar justamente a noção de individualidade dos organismos superiores⁴²⁹. Isto ocorre, a nosso ver, porque o *Person*, embora não sendo na sua formulação o indivíduo absoluto, continua sendo em relação ao reino animal a referência a partir da qual se concebem os principais atributos da efetiva individualidade ou, dito de modo mais preciso, os atributos mínimos a partir dos quais é possível reconhecer os verdadeiros organismos animais.

Na *Morfologia Geral* o reino dos animais encontra-se composto dos cinco ramos (*Stämme*) dos vertebrados, moluscos, articulados, equinodermos e celenterados⁴³⁰. Do ponto de vista da individualidade morfológica estão aí incluídos organismos que correspondem ao quarto e quinto nível da escala do modelo de Haeckel. Os graus inferiores da individualidade estão todos relegados ao grupo dos protozoários e por decorrência ao reino dos protistas, dentre os quais as esponjas⁴³¹. A fronteira inferior dessa delimitação permite manter no reino animal os organismos que apresentem a forma básica radiada e bilateral (quarto nível de individualidade morfológica), dado que ambas estas formas se compõem de modos diversos de antímeros contrapostos. Mas não há um critério claro para tal demarcação, a não ser a posse de uma complexidade morfológica cujo grau não pode ser propriamente estabelecido com precisão. Nesse caso, uma distância expressiva entre o grau de complexidade morfológica de uma dada forma e o de outra obtinha um papel significativo, como atesta uma declaração posterior de Haeckel (1879), na qual ele explicita as dúvidas de então quanto aos contornos da classificação animal. Haeckel declara que “o abismo que separa os zoófitos dos animais verdadeiros [superiores] é tão grande” que ele considerou, na época, constituir o reino animal na classificação filogenética a partir “do grupo dos bilaterais”⁴³². Assim, a opção pela integração ou não de determinados grupos no reino animal tinha como um de seus vetores o grau de estruturação e complexidade morfológica ou desenvolvimento. Tais vetores relacionam-se à questão de qual é o grau de organização mínima dos animais superiores e são consistentes com as propostas de von Baer e Cuvier quanto ao modo de conceber a estrutura fundamental de cada um dos tipos. Podemos dizer, em suma, que a natureza da delimitação do reino animal buscada por Haeckel tem que

⁴²⁸ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 318-9.

⁴²⁹ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 318.

⁴³⁰ Cf. HAECKEL, 1866, II, p. 209.

⁴³¹ Cf. Cf. HAECKEL, 1866, II, p. XLCIII-XLIX.

⁴³² HAECKEL, 1930 [1879], p. 385.

responder a duas exigências mutuamente contrapostas. De um lado, ele tem que sustentar sua concepção de individualidade orgânica relativa e sua visão de que tal individualidade manifesta-se nos diversos níveis da organização animal. Por outro, ele precisa encontrar um critério que aponte de modo claro em que ponto da escala animal o “abismo” morfológico entre dois níveis tem um “tamanho” que justifique a distinção entre animal e não animal. Para esse segundo aspecto, o conceito de *Person* ou, mais exatamente, as suas características gerais, permaneceram, ainda que de modo problemático, como uma referência ou modelo geral da forma da individualidade por excelência. Porém, do ponto de vista exclusivamente morfológico tal conceito é obviamente demasiado restrito para ser aplicável à delimitação da individualidade do reino animal em geral. Assim, Haeckel prosseguirá na busca por uma referência efetiva para estabelecer a noção do “indivíduo verdadeiro” (*eigentlich Individuum*)⁴³³ do reino animal ou, simplesmente, a noção dos “verdadeiros animais” (*die eigentlich Thiere*)⁴³⁴, a qual pudesse estabelecer aquela delimitação fundamental. Para encontrar tal forma individual, Haeckel precisará operar uma reformulação da sua noção de *Person*, que se tornará possível graças à elaboração de seu conceito de forma gastrular.

Num artigo de 1878, *Sobre a Individualidade dos Corpos Animais (Ueber die Individualität des Thierkörpers)*, Haeckel assinala a dificuldade para elaboração de uma definição do conceito de *Person*. Ele explica primeiramente que tal conceito coincide de modo geral com a noção de indivíduo aplicada à maioria dos animais superiores, que correspondem ao quinto nível da individualidade morfológica⁴³⁵. Haeckel acrescenta, na sequência dessa passagem, que se deve reconhecer que o termo *Person*, em seu sentido morfológico estrito, não tinha sido suficientemente definido na *Morfologia Geral*⁴³⁶. Haeckel faz esta constatação estando já de posse de parte dos resultados de seus estudos sobre as esponjas calcárias e tendo já formulado a teoria da gastrea, os quais se constituem propriamente no ponto de mudança da sua concepção de *Person*. A mudança empreendida pela noção de gastrea significou uma nova definição de *Person* de tal modo que tal conceito pudesse se identificar com a própria noção de individualidade dos animais⁴³⁷. Essa nova noção de forma individual básica dos metazoários identificada com o *Person*, além de permitir a plena incorporação dos zoófitos, com a

⁴³³ Cf., HAECKEL, 1872, I, por exemplo, p. 89, 113 e 456.

⁴³⁴ Cf., HAECKEL, 1872, I, por exemplo, p. 212 e 232.

⁴³⁵ Cf. HAECKEL, 1878, p. 10.

⁴³⁶ Idem, p. 10.

⁴³⁷ Idem, p. 10.

inclusão das esponjas dentre os verdadeiros animais⁴³⁸, possibilitou, acima de tudo, obter um critério morfológico preciso para a definição do reino animal. Em termos da doutrina da individualidade biológica, isto foi feito com a introdução de uma série reduzida de níveis da individualidade morfológica que foi derivada dos estudos de Haeckel sobre a embriologia das esponjas calcárias. Ele mostrou na *Monografia das Esponjas Calcárias* que, para esse grupo animal, os níveis de individualidade biológica se reduzem a quatro (plastídeos, órgão, indivíduo ou *Person* e corno ou colônia)⁴³⁹, aparecendo, portanto, o *Person* como o indivíduo de terceira ordem⁴⁴⁰. Em termos morfológicos, isso significa que a real individualidade animal podia ser localizada numa estrutura bem delimitada, embora extremamente simples, que sequer requeria a posse de antímeros contrapostos (quarto nível). Para isso, o indivíduo de terceiro nível morfológico devia apresentar a forma gastrular uniaxial, encontrada não nos indivíduos já desenvolvidos, mas num estágio específico de sua embriogênese.

É nesse sentido então que Haeckel pode afirmar que somente com a teoria da *Gastrea* foi possível alcançar o principal critério (*Hauptkriterium*) para uma clara definição de *Person* para o reino animal, critério que envolve a formação e o desenvolvimento das camadas germinativas e a posse do intestino pelo organismo⁴⁴¹. Esse critério central, utilizado para firmar a grande distinção entre protozoários e metazoários, encontra-se agora plenamente articulado com a noção de indivíduo (*Person*) como o terceiro nível da escala da individualidade. É nesse sentido que podemos entender a declaração de Haeckel na *Teoria da Gastrea*:

O grande grupo dos protozoários ou *Urthiere* [animais primordiais] sempre se elevam somente no desenvolvimento até a individualidade animal de primeira ou segunda ordem (plastídeo ou órgão); os protozoários nunca formam camadas germinativas, nunca possuem um verdadeiro canal intestinal e, especialmente, nunca desenvolvem tecidos diferenciados. [...] O grande grupo dos metazoários ou *Darmthiere* [animais

⁴³⁸ Cf. HAECKEL, 1878, p. 2-3. Como indicamos anteriormente na formulação de Haeckel de 1866 as esponjas não se encontravam localizadas no reino animal, correspondendo ao oitavo ramo dos protistas. Cf. HAECKEL, 1866, II, Introdução Sistemática à História Geral do Desenvolvimento, p. XXIX e ss.

⁴³⁹ Em obras tardias, particularmente aquelas voltadas para públicos mais amplos, Haeckel apresentará um modelo ainda mais simplificado da individualidade biológica que se resume a apenas três níveis, respectivamente, os plastídeos, os indivíduos (*Personen*) e as colônias (cornos). Cf., HAECKEL, 1905 [1905], por exemplo, capítulo VII sobre as unidades vitais, especialmente p. 154-5.

⁴⁴⁰ Cf. HAECKEL, 1872, seção segunda sobre a Morfologia das Esponjas calcárias, capítulo terceiro sobre Anatomia, p. 91-103 e 113-118. Cf. também HAECKEL, 1878, p. 2.

⁴⁴¹ HAECKEL, 1878, p. 10.

com intestino], pelo contrário, [...] sempre se eleva pelo desenvolvimento da individualidade de terceira e quarta ordem (indivíduo [*Person*] e colônia) ⁴⁴².

Assim, a nova divisão estabelecida entre protozoários e metazoários apóia-se e harmoniza-se com o modelo reformado da individualidade orgânica de Haeckel. E, por isso, quando ele afirma, ainda nesse contexto, que “a forma mais simples de animal [...] é igualmente a forma mais simples de indivíduo (*Person*)” ⁴⁴³ podemos entender que isto se encontra em plena consonância com a sua afirmação, feita anos mais tarde, de que a “gástrula é a forma mais simples da individualidade (*die einfachste Form der Person*), cujos folhetos embrionários são os únicos órgãos” ⁴⁴⁴.

2 –A TEORIA DA GASTREA E A ORGANIZAÇÃO FILOGENÉTICA DO SISTEMA ANIMAL

Já indicamos, no primeiro capítulo de nosso trabalho, que a teoria da gastrea inaugurou mudanças na organização filogenética do sistema animal, baseadas, sobretudo, na nova divisão entre protozoários e metazoários e numa proposição consistente de evolução monofilética de todo o reino animal. Analisaremos agora mais detidamente esses pontos e algumas das principais decorrências da teoria da gastrea para a classificação filogenética do reino animal. O plano geral de divisão das grandes províncias dos seres vivos que Haeckel desenvolve na *Morfologia Geral* de 1866, parte da divisão tradicional estabelecida, que distingue os animais das plantas⁴⁴⁵. Mas ele acrescenta uma mudança significativa nesse quadro bipartido entre animais e plantas. Haeckel propõe uma divisão em três reinos com a introdução do reino neutro dos protistas ao lado de animais e plantas. Os componentes do reino dos protistas seriam os organismos mais elementares, principalmente unicelulares, que se distinguiriam, assim,

⁴⁴² HAECKEL, 1874 [1873], p. 150.

⁴⁴³ HAECKEL, 1878, p. 10.

⁴⁴⁴ HAECKEL, 1963 [1905], p. 165; HAECKEL, 1905, p. 187.

⁴⁴⁵ Na seção sobre *A Distinção Entre Animais e Plantas* que abre o segundo capítulo do volume I da GM, Haeckel discute as expressivas dificuldades envolvidas para a formulação de uma distinção absoluta e aponta a insuficiência dos critérios determinados pela forma diversa de nutrição de animais e plantas e pela atribuição aos animais da capacidade de movimento voluntário e sensibilidade; Ele recupera aí algumas posições históricas sobre o tema (Aristóteles, Lineu etc.), e explora questões morfológicas e fisiológicas que atacam diversos aspectos do problema com soluções parciais e aplicáveis ao desenvolvimento do conhecimento; Como critério último de distinção, ele indica a maior autonomia das células das plantas em relação às dos animais (cf. HAECKEL, 1866, I, p. 191-4).

por sua simplicidade, daqueles do reino das plantas e do reino dos animais⁴⁴⁶. As construções filogenéticas de Haeckel levarão sempre em conta esta tripartição e, ao mesmo tempo, ele desenvolverá uma série de investigações específicas sobre os seres de constituição básica formando, deste modo, a ciência da protistologia ao lado da zoologia e da botânica⁴⁴⁷.

A visão a partir da qual Haeckel propunha a distinção do reino dos protistas, envolvia a articulação de pelo menos três questões relevantes que giram em torno das relações entre célula e organismo. Em primeiro lugar, o estabelecimento definitivo de que a constituição corporal dos protistas, e em particular dos infusórios, dentre outros microorganismos, tinha como base a unicelularidade. Segundo, o reconhecimento de que a base da qual parte o desenvolvimento embrionário dos organismos superiores constitui-se de uma única célula, que Haeckel associa à perspectiva de evolução filogenética desses organismos a partir dos protistas unicelulares. E por fim, o reconhecimento de que as células eram as unidades estruturais constituintes dos animais e plantas superiores, questão que trataremos propriamente na seção seguinte deste capítulo.

Quanto à primeira questão, tratava-se para Haeckel de demonstrar que diversos organismos, que compartilhavam certos aspectos morfológicos e fisiológicos com os animais, deviam ser considerados efetivamente como protozoários devido a sua constituição elementar. Os infusórios, por exemplo, foram considerados por alguns como microorganismos dotados de órgãos e de todas as principais características dos animais superiores⁴⁴⁸. Contrariamente a tais posições, as investigações de Haeckel sobre os infusórios, apresentadas em 1873⁴⁴⁹, haviam concluído pela sua unicelularidade, corroborando trabalhos anteriores de outros investigadores⁴⁵⁰. Mas, é de se observar que além da consideração da unicelularidade tratava-se para Haeckel da necessidade de obter “uma prova segura negativa por evidências internas”⁴⁵¹ de que os protozoários não apresentavam, sob nenhum aspecto, a forma básica dos metazoários. Assim,

⁴⁴⁶ Sobre o reino dos protistas e a divisão em três reinos, cf. HAECKEL, 1866, I, p. 203 e ss.; e II, p. XVII-XXII.

⁴⁴⁷ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 21 e 235.

⁴⁴⁸ Haeckel cita a esse respeito Claparede e Ehrenberg (cf. HAECKEL, 1873, p. 517). De fato, Ehrenberg defendeu essa posição em sua obra *Os Animálculos Infusórios como Organismos Completos* (*Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen*) de 1838 (cf. JAHN, 1990, p. 317).

⁴⁴⁹ HAECKEL, 1873, p. 516-560.

⁴⁵⁰ Haeckel cita, a este respeito, as investigações de Siebold de 1845 (cf. HAECKEL, 1874 [1873], p. 152).

⁴⁵¹ HAECKEL, 1874 [1873], p. 152.

segundo Haeckel, “deve restar provado que todos os protozoários não possuem em absoluto nem um rudimento de intestino nem duas camadas germinativas primárias”⁴⁵², isto é, que eles não apresentam as características distintivas da forma gastrular. Por outro lado, esse critério último de distinção baseado na presença ou não da forma básica dos metazoários nos organismos inferiores é o que permite decidir a contento o caso de microorganismos pluricelulares, colônias de unicelulares etc. que, por sua constituição corporal elementar, devem ser colocados junto aos protozoários unicelulares. O ponto a ressaltar aqui é que *todos* os organismos que não alcançam a forma básica da individualidade dos animais (*Person*), isto é, a forma gastrular, e que por esse motivo devem ser considerados protozoários, mantêm uma constituição corporal cuja referência última é a *unicelularidade*. Em suma, isso quer dizer que os pluricelulares que atingiram apenas o segundo nível de individualidade morfológica têm como referência única e exclusiva de sua constituição corporal a *composição celular*. O nível máximo de individualidade que eles atingem (segundo nível) encontra-se ainda restrito, por assim dizer, à esfera da ‘celularidade’. Consistente com sua teoria da individualidade reformada, Haeckel pode mostrar agora, de modo claro e universal, o que significa dizer que os protozoários não alcançaram a forma individual de nível superior (*Person*) que caracteriza os verdadeiros animais.

A segunda questão que indicamos acima parte do entendimento de que na ontogênese é a base inicial da célula-ovo que conduz ao animal completo. Como dissemos, deriva daí, em grande medida, a noção de história filogenética dos animais associada à idéia central da construção progressiva dos organismos no sentido do simples para o complexo, isto é, dos protistas para os animais e plantas superiores ou, em termos morfológicos, dos plastídeos (cítodos e células) para as formas individuais mais evoluídas. São os princípios biogenéticos que conferem ao estudo da ontogênese o estatuto de meio seguro para compreensão desse processo evolutivo mais geral. Desse modo, os estudos de embriologia comparativa são, para Haeckel, um caminho adequado para a apreensão da forma básica distintiva dos metazoários. Tal forma representa um novo nível de individualidade que, dadas as suas características, permite ao mesmo tempo apartar os protozoários do reino animal e garantir uma identidade a todos os metazoários. A relação e a distinção existentes entre protozoários e metazoários pode ser verificada por meio do desenrolar da própria ontogênese. O desenvolvimento de um

⁴⁵² HAECKEL, 1874 [1873], p. 152.

metazoário inicia-se na célula ovo e passa por diversos estágios morfológicos antes de atingir a forma gastrular que expressa propriamente a sua natureza animal. Durante esse percurso inicial da ontogênese todas as formas pelas quais o metazoário passa, identificam-se a formas de protozoários. Assim os estudos embriológicos podem apontar com grande precisão os momentos do aparecimento da forma básica e definir contornos específicos e eventuais variações nos casos particulares. Do mesmo modo, tais estudos podem estabelecer em cada caso qual a relação da forma básica dos metazoários com os diversos caminhos que o desenvolvimento ontogenético posterior percorre em cada um dos vários grupos animais. Apoiado na lei biogenética fundamental, Haeckel pode então afirmar que o estudo comparado desses diferentes caminhos de desenvolvimento individual é o que fornece o entendimento da árvore genealógica monofilética do reino animal.

Postas essas duas questões sobre a relação entre forma celular e forma do organismo superior, podemos retornar ao nosso ponto principal sobre as decorrências da teoria da *Gastrea* para a classificação monofilética do reino animal. Para desenvolver essa análise vamos detalhar primeiro alguns aspectos sobre como Haeckel estabelece a natureza da forma gastrular e define o seu modo de apreensão. Depois partiremos para o estudo das relações filogenéticas que Haeckel estabelece entre os ramos animais a partir da forma gastrular. Veremos que, além da unidade dos metazoários baseada na ancestralidade comum, o método de Haeckel para a definição da forma gastrular permitirá a ele extrair consequências adicionais para a classificação filogenética.

Como vimos, o extremo significado que Haeckel atribui à forma gastrular assenta-se em primeiro lugar na sua recorrência na embriogênese dos organismos dos diversos grupos animais, desde as esponjas até os vertebrados⁴⁵³ e, portanto, na verdadeira homologia das camadas germinativas e da cavidade intestinal nos metazoários⁴⁵⁴. Haeckel acrescenta que tal significado assenta-se, em segundo lugar, em que a condição morfológica e fisiológica da forma gastrular fornece uma clara visão da árvore genealógica monofilética do reino animal⁴⁵⁵. Quanto a esse segundo aspecto, certas passagens do texto da *Teoria da Gastrea* indicam com nitidez o valor e a natureza desta forma básica dos animais para as implicações gerais atrás anunciadas. Uma delas encontra-se expressa na sequência imediata do texto:

⁴⁵³ HAECKEL, 1874 [1873], p. 154.

⁴⁵⁴ Idem, p. 157-8.

⁴⁵⁵ Idem, p. 154-5.

Uma vez que se quisesse construir a priori a mais simples forma animal possível, possuidora do órgão animal mais importante e primitivo, o intestino, e das duas camadas germinativas primárias, nós chegaríamos certamente à mesma forma exata apresentada pela gástrula ⁴⁵⁶.

Haeckel salienta desse modo que o caráter fundamental da forma gastrular está dado pelo fato de que é possível, ao menos em parte, apreender sua natureza ou definir sua noção (que se pode “construir a priori”) por meio do uso exclusivo de recursos racionais. Ou seja, uma *reflexão* acerca da forma hipotética mais simples dos animais, que leve em conta os seus requisitos mínimos, deve chegar a um resultado que coincide com a forma gastrular. É de se observar, antes de tudo, a indicação de Haeckel feita aqui de que o método de apreensão das formas orgânicas envolve elementos racionais além dos empíricos. Em termos do seu conteúdo próprio, esse ponto pode ser desdobrado em dois momentos. Em primeiro lugar indicam-se os requisitos mínimos que devem constituir a mais simples forma animal. Esses requisitos são a posse do intestino e das camadas germinativas. Tais requisitos se encontram em relação direta com as condições mínimas de ordem fisiológica e morfológica para a constituição animal, isto é, o órgão destinado a desempenhar a função vital da nutrição para o conjunto do corpo pluricelular e, por outro lado, a diferenciação do corpo em dois tecidos. Este último ponto requer comentários adicionais. Coerentemente com a doutrina da individualidade, um organismo que esteja adstrito ao terceiro nível na escala da individualidade morfológica deve ser composto necessariamente de no mínimo dois elementos do nível imediatamente anterior, isto é, o tecido ou órgão. Deve-se sublinhar que disso decorre que, enquanto indivíduo morfológico de segunda ordem, o tecido constitui-se efetivamente como uma forma intermediária entre duas formas orgânicas bem delimitadas, a forma celular (primeira ordem) e a forma gastrular (terceira ordem). E é por isso que essas duas formas apresentam-se de modo geral nos organismos que detêm real individualidade fisiológica, com independência vital, unidade e centralidade, como é o caso dos protozoários unicelulares e dos metazoários.

⁴⁵⁶ “Wollte man sich a priori eine möglichst einfache Thierform construiren, welche das wichtigste animale Primitiv-Organ, den Darm, und die beiden primären Keimblätter besitzt, so würde man zu derselben Form kommen, welche die Gastrula in Wirklichkeit darstellt” (HAECKEL, 1877 [1873], p. 17; HAECKEL, 1874 [1873], p. 155.

O segundo momento contido nessa passagem diz respeito ao *resultado* acerca da forma básica a que “chegaríamos certamente” por meio de uma reflexão que parta daqueles requisitos mínimos. No parágrafo seguinte, indica-se que esse resultado refere-se à “descrição completa do arranjo e da estrutura da gástrula” ⁴⁵⁷. Além de certos detalhamentos sobre o formato e tamanho das células, verificados especificamente na ontogênese das esponjas calcárias, Haeckel descreve como características fundamentais o “corpo uniaxial não segmentado” em forma globular ou ovular, “a cavidade estomacal primitiva” com a mesma conformação do corpo, a abertura do corpo “em um dos pólos do eixo longitudinal” e o fato de que as duas camadas encontram-se justapostas formando uma única parede, “que compõe a parede do estômago” e que é também a parede de todo o corpo ⁴⁵⁸. Nessa descrição, portanto, além de elementos morfológicos relativos ao arranjo das diversas partes da gástrula, estão presentes alguns importantes elementos morfológicos estruturais ou promorfológicos. Como indicado anteriormente (capítulo 2, ítem 3.1.1) a ciência da promorfologia criada por Haeckel integra a parte estrutural da sua morfologia, é a responsável pela definição das formas fundamentais dos corpos orgânicos a partir do estudo de suas relações estereométricas. A aplicação da promorfologia na passagem em questão visa colocar em destaque a forma fundamental e a configuração geral do corpo da gástrula. É nesse aspecto da sua abordagem que nos concentraremos agora.

A promorfologia constitui, ao lado da tectologia (ciência da individualidade), um dos pilares para o entendimento da morfologia dos organismos (capítulo 1, ítem 4) ⁴⁵⁹. O estudo das relações estereométricas dos corpos orgânicos permite compreender os elementos que definem a sua estrutura, segundo eixos e planos de simetria que se intersectam de modo regular ⁴⁶⁰. Podemos dizer assim que, para Haeckel, a dimensão morfológica das formas orgânicas era determinada em grande medida pelo seu caráter promorfológico ou geométrico e que, nesse sentido, para ele, o aspecto abstrato das formas orgânicas constituía uma parte fundamental do seu conhecimento. A tarefa da promorfologia era determinar a forma ideal básica por abstração a partir da forma orgânica real ⁴⁶¹. Esta abordagem, além de colaborar para os estudos morfológicos e anatômicos, a partir da compreensão das formas geométricas fundamentais dos

⁴⁵⁷ HAECKEL, 1874 [1873], p. 155.

⁴⁵⁸ Idem, p. 155.

⁴⁵⁹ HAECKEL, 1866, I, p. 377.

⁴⁶⁰ HAECKEL, 1963 [1905], p. 176.

⁴⁶¹ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 377.

diferentes organismos nos mais diversos níveis, permitia ainda, segundo Haeckel, uma compreensão das relações evolutivas progressivas entre distintas formas, isto é, as relações dinâmicas de transformação que se pode verificar na passagem de uma forma geométrica à outra. Falando sobre as causas naturais das formas geométricas fundamentais dos organismos, Haeckel afirma:

Eu [...] sempre sustentei que para a origem e transformação das formas fundamentais é absolutamente satisfatória a ação das causas físicas. Para acreditar nisto, basta observar os fenômenos de crescimento e os inumeráveis estágios que nos conduzem dos mais simples protistas aos organismos mais complexos.⁴⁶²

Tomando a organização do corpo a partir do seu centro como um critério relevante para a compreensão da forma⁴⁶³, Haeckel podia, por exemplo, estabelecer uma distinção fundamental entre uma forma cujo centro é um único ponto e outra cujo centro é uma única reta (eixo). Nesse caso, por exemplo, é possível verificar a existência, em termos geométricos, de uma relação de dependência de uma forma em relação à outra. Na medida em que a reta deriva geometricamente do ponto, há uma progressão num sentido necessário que conduz de uma forma à outra. Essa abordagem oferece um vetor para a interpretação do aumento de complexidade. Na promorfologia de Haeckel é definida uma escala progressiva das formas segundo sua perfeição estereométrica. Nesse modelo a forma centroestigma é definida como a primeira forma fundamental a qual é seguida imediatamente pela forma uniaxial. Tomando por princípio que as causas da forma orgânica devem-se às causas físicas, nas quais se inclui a adaptação a determinadas condições de vida⁴⁶⁴, Haeckel argumenta que nos protistas é a célula que determina a forma, o que explica a sua maior variedade e plasticidade⁴⁶⁵. Mas nos protistas mais primitivos sobressai a forma fundamental esférica (centroestigma)⁴⁶⁶ que “é a única que se explica imediatamente pelas leis físicas”⁴⁶⁷. Haeckel contrapõe a enorme variedade de formas apresentada pelos protistas⁴⁶⁸ ao número relativamente

⁴⁶² HAECKEL, 1963 [1904], p. 182. Essas afirmações de Haeckel se inscrevem no contexto de uma crítica aos que ele chama de adeptos das “concepções dualísticas e místicas”, que invocam para a produção das formas um poder “criador”.

⁴⁶³ MV, p. 176-7.

⁴⁶⁴ MV, p. 182.

⁴⁶⁵ MV, p. 176.

⁴⁶⁶ MV, p. 182.

⁴⁶⁷ MV, p. 177.

⁴⁶⁸ MV, p. 176 e 182.

restrito das formas fundamentais apresentadas pelas plantas e animais, pois ele acredita que “a diversidade infinita das espécies [de formas] nos dois reinos [animais e plantas] pode reduzir-se a algumas classes de formas principais” ⁴⁶⁹. Dentre as formas fundamentais apresentadas pelos metazoários aquela que se encontra no nível mais baixo da escala de perfeição estereométrica e que atende aos seus requisitos mínimos de complexidade é a forma fundamental uniaxial. Essa é a forma fundamental apresentada pela forma gastrular.

Podemos dizer, neste sentido, que o estabelecimento da gástrula como forma básica dos animais representou, para Haeckel, o encontro no mundo orgânico da forma estereométrica uniaxial universalmente distribuída entre os metazoários. É essa a forma que se pode supor *a priori* como forma básica dos animais. Uma vez que se leve em consideração aqueles requisitos morfo-fisiológicos atrás descritos (rudimento de estômago e dois tecidos) para conceber a forma animal mínima, chega-se necessariamente por meio de uma investigação exclusivamente racional à forma centroaxial. É nesse sentido promorfológico que se pode afirmar que, para Haeckel, a configuração uniaxial apresentada pela forma gastrular decorre de uma necessidade estrutural imposta pelas leis físicas. A complexidade orgânica apresentada pelo metazoário, ainda que na sua forma mínima (os dois requisitos), exige pelo menos essa configuração uniaxial.

Em síntese, em termos da estereometria orgânica, pode-se interpretar o caminho evolutivo que parte da forma celular até a forma gastrular como o sentido progressivo de uma evolução que vai desde uma forma centroestigma (*Mittelpunkt* ou *Centrostigma*) ⁴⁷⁰, que tem um único ponto como o seu centro de referência ⁴⁷¹, para uma forma uniaxial (*Mittellinie* ou *Centraxonen*) ⁴⁷², que tem um único eixo como o seu centro de referência. Do mesmo modo, a forma uniaxial pode ser facilmente interpretada como o ponto de partida, por exemplo, para as formas estereométricas básicas dos organismos radiados e bilaterais, e assim por diante. Essa visão de uma estereometria orgânica progressiva está claramente presente na série crescente da

⁴⁶⁹ HAECKEL, 1963 [1904], p. 175.

⁴⁷⁰ HAECKEL, 1866, I, 392.

⁴⁷¹ Para Haeckel, a forma centroestigma (esferas) está presente, por exemplo, nos “óvulos de muitos animais” e na “forma embrionária da blástula” (HAECKEL, 1963 [1904], p. 177).

⁴⁷² HAECKEL, 1866, I, 392.

individualidade morfológica em vários de seus estágios, particularmente nas noções de bilateralidade e metameria, e que Haeckel buscou associar expressamente⁴⁷³.

Partiremos agora para nossa segunda questão geral desta seção, referente às relações filogenéticas que Haeckel estabelece entre os ramos animais a partir da forma gastrular. Como vimos, para Haeckel, a universalidade do estágio gastrular nos metazoários implicava a adoção da hipótese da sua origem monofilética a partir da forma comum da gastrea. A primeira grande delimitação do reino animal ocorre com a elaboração da noção de gastrea com a qual se apartam de modo claro os protozoários (*Urthiere*) dos metazoários ou animais com intestino (*Darmthiere*), conformando assim o grupo dos verdadeiros animais. Considerado o processo em perspectiva evolucionista, temos que após o surgimento da gastrea formaram-se progressivamente os demais ramos dos animais. Esse desdobramento de novas formas orgânicas a partir da forma raiz da gastrea é assim sintetizado por Haeckel:

Depois, o grupo dos metazoários divide-se novamente em dois subgrupos, primeiro os zoófitos (ou celenterados), que, em consequência de seu estilo de vida, formam o chamado tipo radiado; e depois, os bilaterais (ou esfenofórmes), que, em consequência de seu estilo de vida com locomoção dirigida são chamados “tipo bilateral”⁴⁷⁴.

Representa-se aqui a primeira repartição evolutiva do grupo dos metazoários, que era constituído até então exclusivamente pelos gastreos. Evoluem de modo ramificado duas novas formas que são cada uma delas a base para a constituição de um subgrupo, o subgrupo dos radiados e dos bilaterais. Em termos promorfológicos, a forma radiada aparece nos organismos cujo corpo é constituído por certo número de partes (antímeros) que se contrapõem (no mínimo quatro pares)⁴⁷⁵, sendo que o eixo vertical que atravessa o meio do corpo é cortado por um número de eixos horizontais, igual ao número de antímeros⁴⁷⁶. Esta forma é apresentada, por exemplo, por corais e medusas. Por sua vez, a forma bilateral, em termos promorfológicos, aparece nos organismos cujo corpo é constituído por duas partes (antímeros) simétricas, cuja disposição é determinada por três eixos, o eixo longitudinal, o sagital e o transversal.

⁴⁷³ Cf. HAECKEL, 1866, v.I, capítulo doze, seção “*Formas Fundamentais da Individualidade*”, p. 390-1 e “*Significado Promorfológico dos Antímeros*”, p. 392-4.

⁴⁷⁴ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150.

⁴⁷⁵ HAECKEL, 1930 [1879], p. 374.

⁴⁷⁶ HAECKEL, 1963 [1904], p. 178.

Essa é a forma apresentada por vermes, moluscos, artrópodes e vertebrados⁴⁷⁷. No sentido de evolução promorfológica que empregamos acima, essas duas formas fundamentais (radial e bilateral) são, por suas características geométricas, derivações da mais simples forma uniaxial. Como expresso na passagem acima, Haeckel atribui essa evolução de formas ao “estilo de vida” próprio dos organismos desses distintos grupos, ou seja, de um lado a fixidez ou movimento sem direção determinada (radiados) e de outro o movimento com direção determinada (bilaterais).

Haeckel destaca que a forma básica apresentada pelos bilaterais mantém ainda características morfológicas comuns com a sua forma ancestral e com a forma “irmã” dos radiados. Ele explica que apesar da distinção de suas formas fundamentais, há uma proximidade morfológica dos vermes inferiores com os zoófitos e os gastreos que se deve à simplicidade da sua formação corporal. Haeckel mostra na imediata sequência do texto a evolução da forma dos vermes que representa um aumento de sua complexidade corporal a partir deste estado de simplicidade original:

Entre os bilaterais, os vermes inferiores (acelomados) se igualam aos zoófitos na ausência de celoma (cavidade corporal) e de um sistema circulatório; e desde então, em conjunto, a partir destes mais antigos e primários vermes acelomados os vermes superiores (celomados) desenvolveram-se [evoluíram] secundariamente pela formação de um celoma e de um sistema circulatório (dependente daquele)⁴⁷⁸.

Em apoio ao seu ensaio de organização filogenética do sistema animal, Haeckel introduz agora um novo elemento da organização corporal que é a cavidade geral do corpo, o celoma. Esta é a verdadeira cavidade corporal (*wahre Lebeishöhle*) ou cavidade geral do corpo, distinta da cavidade digestiva, e que nos vertebrados corresponde à cavidade pleuroperitoneal⁴⁷⁹. Destacando a relevância estrutural do celoma, Haeckel dará ênfase à sua compreensão baseado em estudos de embriologia comparativa que objetivem indicar o momento do seu aparecimento na ontogênese dos organismos nos diversos grupos, a sua ocorrência e o modo de aparecimento em tais grupos. Ele aplicou esse fator morfológico adicional em seu trabalho de reconstrução da filogenia dos grupos animais, sendo que um exemplo claro de tal uso é aquele referido na passagem acima. No grupo dos vermes é possível distinguir de modo evidente dois subgrupos com

⁴⁷⁷ HAECKEL, 1930 [1879], p. 385.

⁴⁷⁸ HAECKEL, 1874 [1873], p. 150-1.

⁴⁷⁹ HAECKEL, 1872, I, p. 468.

base na presença ou ausência de celoma. O primeiro subgrupo é formado pelos vermes acelomados, que são desprovidos da cavidade geral do corpo, e o segundo subgrupo é o dos vermes celomados, os vermes dotados de celoma. E como essa distinção é uma particularidade do grupo dos vermes, pode-se concluir, segundo Haeckel, que é nesse grupo que ocorre a formação original do celoma como novidade morfológica de caráter evolutivo, com importantes decorrências filogenéticas.

Não vamos analisar as reflexões de Haeckel que contribuíram para a formulação da teoria do celoma, nem analisar todas as consequências da sua aplicação, em associação com a teoria da gastrea, para a classificação filogenética haeckeliana, mas destacaremos alguns aspectos da teoria do celoma para verificar a sua aplicação inicial e mais geral na classificação. Haeckel propôs na *Biologia das Esponjas Calcárias*, em 1872, a utilização do termo celoma para se referir ao que então se chamava cavidade pleuroperitoneal, dado que esta última expressão “não é aplicável em sentido estrito aos invertebrados”⁴⁸⁰. Desde então, desenvolveu-se uma série de investigações especiais sobre o celoma, empreendidas em grande parte pelos irmãos Oscar Hertwig (1849-1922) e Richard Hertwig (1850-1927), destacados zoólogos que foram durante longo período discípulos e colaboradores de Haeckel. Dentre os objetivos principais de tais investigações podemos destacar, em primeiro lugar, o estabelecimento de uma clara distinção entre a cavidade geral do corpo e a cavidade digestiva e em termos morfológicos e fisiológicos, definindo a natureza e funções específicas do celoma. Em segundo lugar, procurava-se entender o modo de formação do celoma a partir da mesoderme. Por último, havia o objetivo de determinar a sua presença ou ausência nos animais dos vários ramos e subgrupos e compreender como a sua ocorrência podia funcionar como um indicador de relações filogenéticas.

Os desenvolvimentos teóricos acerca do celoma foram sendo progressivamente incorporados em várias das obras posteriores de Haeckel, em particular nas sucessivas edições da *Geração do Homem (Anthropogenie)*⁴⁸¹. Um resultado inicial importante de tais investigações é a constatação de que a presença do celoma encontra-se estreitamente associada à existência de um sistema circulatório, como destacado ao final da passagem citada. O papel conferido por Haeckel à presença ou ausência do celoma nos organismos para efeito da organização do seu sistema filogenético relaciona-se,

⁴⁸⁰ Cf. HAECKEL, 1874 [1873], p. 164, texto e nota 1.

⁴⁸¹ Ver por exemplo a quarta edição alemã de 1891, cujo capítulo 10 é dedicado à teoria do celoma (HAECKEL, 1891 [1874], p. 217-246).

portanto, à sua importância em termos de progressos estruturais (cavidade corporal) e funcionais (circulação) dos organismos, progressos que criam condições favoráveis ao desenvolvimento das estruturas corporais e à ampliação da complexidade orgânica.

Figura 18. Esquema de Haeckel com dois embriões com constituições distintas. À esquerda, o embrião de uma minhoca em corte transversal. A letra 'a' indica ao centro a cavidade digestiva, envolvida pela camada interna digestiva. Na periferia do embrião está a camada epidérmica. Entre essas duas camadas há a mesoderme (parte mais escura da imagem). De fato, Haeckel distingue nessa altura do desenvolvimento a mesoderme como duas camadas intermediárias distintas, a camada fibrosa epidérmica e a camada fibrosa digestiva, conforme sua proximidade com as duas outras camadas. O celoma está indicado pela letra 'c' (parte mais clara da imagem) em meio à mesoderme ou, mais precisamente, entre as duas camadas intermediárias. À direita uma gástrula na sua forma básica em corte longitudinal, na qual se indica a ectoderme, a endoderme, o rudimento de intestino e do orifício bucal. O organismo em questão é do gênero *Gastrophysema* (Haeckel, 1891, II, p. 629).

A atribuição da relevância morfológica do celoma, amparada nos referidos estudos comparativos embriológicos, permitirá a Haeckel estabelecer então a presença ou ausência do celoma como um novo divisor de águas filogenético. Assim, a partir daquela divisão do grupo dos vermes em dois subgrupos segundo a presença do celoma, ele afirmará que os vermes celomados (evoluídos a partir dos vermes acelomados) são, por sua vez, a forma raiz da qual descendem de modo divergente os quatro ramos dos animais superiores (*höchstentwickelten Thierstämme*), os tipos animais ou filos dos moluscos, equinodermos, artrópodes e vertebrados⁴⁸². Com isto, Haeckel atinge a montagem do quadro geral de organização dos grandes grupos animais segundo os princípios biogenéticos com o qual ele vê a superação definitiva dos esquemas de classificação baseadas nos quatro tipos de von Baer e Cuvier. Segundo Haeckel, os

⁴⁸² HAECKEL, 1874 [1873], p. 151; HAECKEL, 1877 [1873], p. 13.

avanços recentes dos estudos ontogenéticos tinham já tornado insustentáveis a separação absoluta dos tipos que era base dessa forma de classificação⁴⁸³.

Em seu lugar, a teoria gastreana constrói um novo sistema sob as bases da filogênese, da qual os princípios fundamentais, no que se refere à classificação, são as homologias das camadas germinativas e o rudimento primordial de um intestino; e, em segundo plano, o caráter diferenciador do eixo corporal e do celoma⁴⁸⁴.

Segundo Haeckel, os princípios fundamentais da teoria da gastrea possibilitaram ver, em suma, que subjaz aos quatro tipos de von Baer e Cuvier uma forma básica que lhes é anterior em termos estruturais e evolutivos, ou seja, esses quatro tipos podem efetivamente ser reduzidos em termos morfológicos e evolutivos a um tipo ainda mais fundamental. Para a fundamentação da proposta de uma forma básica dos metazoários, sustentada numa concepção da sua evolução monofilética, Haeckel combinou vários componentes dos estudos sobre as formas orgânicas.

Como indicado na passagem, têm centralidade na sua elaboração a noção de camadas germinativas e sua homologia universal nos metazoários, juntamente com o rudimento primordial de um intestino. Esses princípios ganham significado na sua articulação com os princípios biogenéticos. Por outro lado, e de modo complementar, podemos afirmar que a construção de Haeckel da noção de forma gastrular assenta-se de modo especialmente relevante na sua visão da forma orgânica sobre as bases da tectologia e da promorfologia.

O quadro abaixo mostra a aplicação da teoria da gastrea para a organização genealógica do reino animal em bases monofiléticas:

⁴⁸³ Idem, p. 153.

⁴⁸⁴ HAECKEL, 1874 [1873], p. 153; HAECKEL, 1877 [1873], p. 16.

IV. — *Monophyletic Stem-structure of the Animal Kingdom, founded on the Gastraea-Theory and the Homology of the Germ-lamellæ.*

Figura 19. Árvore genealógica monofilética do reino animal. Em plano geral temos, primeiramente, a divisão principal entre os protozoários, situados no quadro inferior, e os metazoários, no quadro superior, tomando como elementos divisores a posse de camadas germinativas e do intestino. (Observem-se os distintos níveis de individualidade biológica em cada um dos agrupamentos). O quadro dos protozoários apresenta (de baixo para cima e em sentido evolutivo) respectivamente, a monera (a qual está aberta a possibilidade de origem polifilética) e a ameba a partir da qual se ramificam à direita os unicelulares e à esquerda os pluricelulares sem camadas germinativas e sem intestino. Ligando os dois quadros, temos a linha evolutiva que conduz dos protozoários pluricelulares (sinameba e planeada) aos primeiros metazoários (gastreia). A gastrea se ramifica por sua vez em gastreos radiados e gastreos bilaterais. A partir dos primeiros originam-se os zoófitos e dos últimos os vermes acelomados. Observe-se agora que este quadro dos metazoários apresenta uma subdivisão. Os metazoários até aqui considerados estão contidos todos no subgrupo dos acelomados, animais dotados de intestino, mas que não têm celoma nem sangue. A partir daí os vermes acelomados ligam-se em linha evolutiva com os vermes celomados estabelecendo o elo evolutivo com todos os animais sanguíneos dotados de celoma. Neste último subgrupo, vemos emergirem dos vermes celomados os quatro grupos dos animais superiores: equinodermos, artrópodes, vertebrados e moluscos (Haeckel, 1874 [1873], p. 247).

Este quadro é bastante elucidativo do papel organizador que a forma gastrular exerce na montagem do sistema animal concebido por Haeckel. A teoria da *gastrea* fornece um modo mais preciso para uma interpretação da evolução animal, estabelecendo um ponto de partida e um fio condutor evolutivo a partir do qual se pode conceber o surgimento dos grupos, sua localização no sistema animal e suas posições relativas baseado nas relações filogenéticas. Segundo Haeckel, com a teoria da *gastrea*, alcança dessa forma a integração dos tipos de von Baer e Cuvier sob o fundamento de uma forma comum, que é anterior à forma dos tipos em termos estruturais e evolutivos. A perspectiva da morfologia evolucionista representava, de acordo com ele, um avanço na compreensão das formas orgânicas em bases estritamente naturais. A reelaboração da noção de tipo orgânico sem a necessidade do recurso à teleologia.

Para avaliarmos em que medida a noção de forma orgânica de Haeckel manteve-se consistente com sua perspectiva monista vamos agora abordar a questão sob outro ângulo. Isto se deve ao fato de que, à primeira vista, a noção geral de forma orgânica e de forma gastrular parecem se encontrar contrapostas a outros aspectos do seu pensamento sobre os organismos. A afirmação de Haeckel, por exemplo, de que os organismos superiores se identificam a “repúblicas celulares” parece indicar que, por trás da noção de forma individual dos animais, encontra-se na verdade uma visão de construção do organismo como mera composição de elementos mais fundamentais. Tal interpretação encontra pontos de apoio significativos, por exemplo, na tectologia. Procuraremos analisar esse problema tendo como foco específico a consistência do uso de Haeckel das noções de forma celular e de forma gastrular.

3 – O PROBLEMA DA COMPOSIÇÃO E DA UNIDADE DA FORMA DOS METAZOÁRIOS

Várias dentre as principais teses que integram a teoria celular encontram-se explicitamente incorporadas à morfologia de Haeckel de modo substantivo, desde sua formulação inicial. De fato, já em 1866, Haeckel conferia à teoria celular um papel central para compreensão dos organismos e para a biologia em geral⁴⁸⁵. Ele adere manifestamente não apenas à grande parte das formulações de Schleiden e Schwann,

⁴⁸⁵ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 270.

mas também a parte significativa da interpretação de tal teoria por Virchow, tal qual expressa na obra *Patologia Celular* de 1849, com destaque para a noção de “república celular” ou “Estado celular”, que ele utiliza para expressar o aspecto compositivo dos seres vivos superiores, expressão que Haeckel retoma em diversas passagens de sua obra⁴⁸⁶. Já vimos, por exemplo, que as células e os cítdos (as células não nucleadas), que ele designa em conjunto pelo termo de plastídeos, ocupam lugar de destaque na tectologia, a ciência haeckeliana da construção dos organismos, representando aí o primeiro nível da individualidade orgânica a partir do qual são compostos os demais níveis. Desse modo, no rol das teses centrais da teoria celular incorporadas por Haeckel encontra-se em primeiro lugar a idéia da célula como organismo elementar⁴⁸⁷. Isto significa, por um lado, que a célula é o elemento morfológico que constitui os organismos compostos (superiores), ou, simplesmente, que tais organismos superiores são agregados de células as quais são suas unidades elementares⁴⁸⁸. Por outro lado, esta idéia envolve também a visão de que tais unidades elementares devem ser elas mesmas concebidas como indivíduos, cuja autonomia é restringida pela centralidade do todo orgânico⁴⁸⁹.

O nosso modo de conceber o organismo repousa por completo na teoria celular estabelecida por Schleiden e Schwann [...]. Segundo essa teoria, todo organismo é ou uma célula simples ou uma coletividade, um estado formado por células estreitamente unidas. Em todo organismo o conjunto das formas e dos fenômenos vitais é o resultado geral das formas e fenômenos vitais de todas as células que constituem o organismo⁴⁹⁰.

Encontra-se expressa aí a centralidade teórica que Haeckel atribui à noção de célula para a ciência dos organismos. Na medida em que a estrutura e a atividade desses indivíduos elementares concorrem para a funcionalidade e a integridade do organismo, são as suas propriedades morfológicas e fisiológicas que, somadas, resultam nas propriedades apresentadas pelos organismos superiores, sendo então nesse sentido responsáveis por sua natureza. É possível argumentar que, na teoria da gastrea,

⁴⁸⁶ Cf., por exemplo, HAECKEL, 1963 [1904], p. 153; HAECKEL, 1919 [1876], p. 21, HAECKEL, 1930 [1879], p. 221.

⁴⁸⁷ Cf. HAECKEL, I, 1866, p. 270 e seguintes.

⁴⁸⁸ Cf. HAECKEL, 1963 [1904], p. 153.

⁴⁸⁹ Cf. HAECKEL, 1963 [1904], p. 154.

⁴⁹⁰ HAECKEL, 1930 [1879], p. 252.

comparativamente com formulações anteriores de Haeckel, a defesa e a utilização da teoria celular alcança uma aplicação ainda mais ampla. Isto porque, na teoria da gastrea o foco da morfologia evolutiva concentra-se justamente nas etapas iniciais de desenvolvimento dos metazoários, o que colocará no primeiro plano da investigação as atividades celulares que vêm a produzir os primeiros tecidos germinativos. Assim, na discussão sobre o surgimento evolutivo dos metazoários e na investigação embriológica que busca reconstruir o processo de formação da gástrula, que envolvem as relações de causalidade entre ontogenia e filogenia, Haeckel está no primeiro momento preocupado centralmente com a compreensão do papel e da ação das células para o surgimento da forma gastrular.

Essa centralidade que Haeckel atribui à célula na composição dos organismos superiores e a própria concepção de organismo superior como sendo essencialmente um composto de células nos conduz ao problema de saber se a noção de forma do metazoário de Haeckel não se reduz na verdade a este aspecto de agregado estrutural de unidades inferiores. Certamente, esta ênfase de Haeckel é condizente com sua perspectiva materialista e monista que vê nos organismos o resultado da presença e da ação combinada dos constituintes últimos da matéria, numa linha de continuidade que vai dos átomos à matéria viva, às moneras, células e assim por diante. Mas levadas às últimas consequências isto pode se constituir numa forte objeção à própria existência de uma noção de forma orgânica na morfologia de Haeckel. E de modo direto a teoria da gastrea não seria, nessa visão, mais do que a afirmação de que os metazoários são estritamente uma composição de células.

3.1. COLOCAÇÃO INICIAL DO PROBLEMA

É diante das posições de Haeckel sobre o aspecto compositivo dos organismos superiores que se pode compreender a afirmação de Canguilhem de que a formulação da teoria da gastrea representou a consagração do império da teoria celular⁴⁹¹. Com isso ele expressa que sob a visão de organismo animal de Haeckel subjazem de modo principal as teses consagradas pela teoria celular. Canguilhem formula tal posição no quadro geral de um estudo sobre a teoria celular, no qual ele analisa um conjunto de diferentes perspectivas que concorrem para a formulação da noção de célula e que, segundo ele,

⁴⁹¹ CANGUILHEM, 1976 [1971], p. 78.

podem ser consideradas como “tentativas de redução dos seres vivos a uma unidade viva” ⁴⁹². Ele situa tais perspectivas diversas no contexto do enfrentamento do problema da constituição morfológica dos organismos:

Desde que a biologia se interessa pela constituição morfológica dos corpos vivos, o espírito humano tem oscilado de uma a outra das representações seguintes: uma substância plástica fundamental contínua, ou uma composição de partes, de átomos organizados ou de grãos de vida ⁴⁹³.

Segundo Canguilhem, a teoria celular está posicionada num dos lados desta questão, partilhando a natureza das elaborações promotoras de uma espécie de atomismo em biologia, na medida em que ela enfatiza uma perspectiva de composição do corpo orgânico em partes fundamentais, as células. Neste sentido, ao desenvolver um comentário sobre a defesa de Haeckel da validade da teoria celular, Canguilhem complementa que “o sentido da teoria celular está certamente bem claro: é o de uma extensão do método analítico à totalidade dos problemas teóricos colocados pela experiência” ⁴⁹⁴. Tal problemática encontra-se inserida numa discussão mais ampla em torno das diversas proposições sobre a existência de partículas orgânicas como unidades estruturais ou funcionais formadoras dos organismos, proposições que Delanges reuniu sob o termo *micromerismo* ⁴⁹⁵. Como afirmou Holmes, “O micromerismo representa assim uma forma especial de atomismo aplicada ao mundo orgânico” ⁴⁹⁶. O caminho para o entendimento dos organismos que se privilegia nessa perspectiva é o da busca da unidade elementar última na qual se baseia universalmente a sua composição e a partir da qual se podem compreender todas as suas características.

Como vimos anteriormente, existem efetivamente elementos no pensamento de Haeckel que contribuem para identificá-lo com tal perspectiva. Desde o início, Canguilhem coloca Haeckel ao lado de Claude Bernard quanto à constituição de uma perspectiva atomista para a compreensão dos organismos. Canguilhem explica, na sequência do texto, que Bernard é quem expressou, de modo claro, a sua visão do

⁴⁹² Idem, p. 57.

⁴⁹³ Idem, P. 55.

⁴⁹⁴ Idem, p. 89.

⁴⁹⁵ HOLMES, 1948, p. 145.

⁴⁹⁶ Idem, p. 145. Em Rostand encontramos também uma análise das teorias sobre partículas orgânicas em perspectiva histórica, publicada numa série de quatro artigos (Rostand, Jean. Esquisse d'une histoire de l'atomisme en biologie. In: Revue d'histoire des sciences et de leurs applications: 1949, Tome 2 n°3. p. 241-265; 1950, Tome 3 n°2. p. 156-169; 1951, Tome 4 n°1. p. 41-59; 1952, Tome 5 n°2. p. 155-170).

caráter irreduzível da célula como unidade vivente quando afirmou que “na análise íntima de um fenómeno fisiológico termina-se sempre no mesmo ponto, chega-se ao mesmo agente elementar, irreduzível, o elemento organizado, a célula”⁴⁹⁷. Com base em tal afirmação, Canguilhem conclui que para Bernard a célula é efetivamente o “átomo vital”. Segundo Canguilhem, a perspectiva atomística e o método analítico aparecem aqui como os aspectos complementares de uma mesma visão sobre o ser vivente.

Por outro lado, como destacado por Canguilhem na passagem anterior, a base última do fenómeno biológico não foi concebida exclusivamente enquanto uma partícula ou unidade material irreduzível, mas foi vista eventualmente como uma massa vital homogênea, ou protoplasma, uma noção que coloca uma perspectiva diversa para a questão da constituição dos organismos. E esta perspectiva de uma base biológica homogênea é distinta e mesmo oposta àquela de partícula ou unidade material. No entanto, tais perspectivas encontraram-se eventualmente unida. Elas estão associadas, por exemplo, segundo Canguilhem, nas formulações originais da teoria celular que expressam sob o termo “protoplasma” a noção de um líquido formador inicial da célula.

Schwann, considerado como o fundador da teoria celular, é o primeiro em que ambas as imagens se interferem. Segundo Schwann, existe uma substância sem estrutura, o citoblastema, em que nascem os núcleos ao redor dos quais se formam as células. Schwann diz que nos tecidos as células se formam lá onde o líquido nutritivo os penetra⁴⁹⁸.

Assim, para além de uma visão de unidade estrutural dos seres vivos, comparece na visão de Schwann uma noção bastante distinta da “substância sem estrutura” dotada da real capacidade de formação das células. Segundo Canguilhem, a noção desta “gelatina vivente” capaz de organizar-se ulteriormente indica, no seu confronto com a própria noção de célula, uma ambivalência teórica dos proponentes da teoria celular⁴⁹⁹. Essa tentativa de redução dos seres vivos a uma unidade vivente na qual se utilizam simultaneamente essas duas abordagens continha a pretensão de equacionar a relação entre o aspecto plástico e estrutural da unidade básica dos organismos.

De qualquer modo, o ponto a destacar é que a interpretação de Canguilhem de que há na visão de organismo de Haeckel e em particular na sua teoria da gastrea uma

⁴⁹⁷ Bernard citado por CANGUILHEM, 1976, p. 78.

⁴⁹⁸ CANGUILHEM, 1976, p. 55.

⁴⁹⁹ Idem, p. 55.

perspectiva atomista preponderante coloca-nos diante de um problema. Por sua interpretação, depreende-se que o tema central da teoria da gastrea é eminentemente estrutural e que sua relação com a teoria celular é justamente o de estabelecer as unidades básicas de composição dos organismos. De modo que o conhecimento de tais estruturas elementares esgota ou tem a possibilidade de esgotar o conhecimento das formas orgânicas. Tanto quanto seja procedente tal visão, ela implica que a abordagem de Haeckel na teoria da gastrea está em clara oposição com uma concepção de forma orgânica cujo significado seja o de expressar a natureza e a unidade do indivíduo orgânico. Tais visões são incompatíveis.

Visto que, tanto na *Morfologia Geral* quanto na teoria da gastrea, a noção de forma orgânica de Haeckel expressa um sentido manifesto de unidade da forma individual, e que tal concepção convive nessas formulações com a visão de composição estrutural dos organismos de viés supostamente “atomista”, resta então verificar como o autor eventualmente concilia essas perspectivas diversas e analisar a pertinência e a validade dessa proposta de conciliação. Tomando como referência inicial algumas das linhas da acurada análise de Canguilhem sobre o tema, procuraremos, na sequência, empreender o estudo desse problema.

3.2. A EXTENSÃO DA INCORPORAÇÃO DAS TESES DA TEORIA CELULAR POR HAECKEL

Um passo inicial na direção da análise acima proposta é verificar os limites da aceitação da teoria celular por Haeckel, uma vez que ele não toma as várias teses que compõem a teoria celular em sua totalidade. É preciso, então, distinguir quais dentre essas teses são aceitas e quais são rejeitadas. Por isso, é necessário verificar de antemão as teses e aspectos da teoria celular relacionadas ao contexto da discussão a ser desenvolvida. Segundo Canguilhem:

A teoria celular não é a afirmação de que o ser se compõe de células, mas, antes de tudo, que a célula é o *único* componente de *todos* os seres vivos, e, em seguida, que toda célula provém de uma célula preexistente⁵⁰⁰ (grifos do autor).

⁵⁰⁰ CANGUILHEM, 1976, p. 53.

Este autor mostrará ainda que os dois princípios fundamentais aí elencados são considerados suficientes para a solução de dois problemas:

1º) Um problema de *composição dos organismos*; todo organismo vivente é um composto de células considerando-se a célula como o elemento vital portador de todos os elementos da vida; este primeiro princípio responde a uma exigência de explicação analítica⁵⁰¹ (grifos do autor).

Ou seja, por meio dela, a ciência é capaz de explicar o todo do organismo em sua complexidade, o “visível complicado”, por meio da unidade elementar que o compõe, “o invisível simples”.

2º) Um problema de *gênese dos organismos*; toda célula deriva de uma célula anterior; “*omnis cellula e cellula*”, diz Virchow; este segundo princípio responde a uma exigência de explicação genética, já não se trata aqui do elemento senão da causa⁵⁰².

Virchow foi, segundo Canguilhem, o responsável pela reunião desses dois princípios fundamentais da teoria celular, sendo que ele atribuiu o primeiro a Schwann e reivindicou o segundo, o qual foi desenvolvido por ele em clara contraposição às próprias posições de Schwann para quem as células “poderiam nascer a partir de um blastema primitivo”⁵⁰³. A esses dois princípios fundamentais, Canguilhem acrescenta ainda dois complementos. O primeiro diretamente relacionado à teoria da gastrea.

3º) Os viventes não compostos são unicelulares. Os trabalhos [...] de Haeckel forneceram à teoria celular o apoio da protistologia. Haeckel foi o primeiro a separar nitidamente os animais em protozoários ou unicelulares e metazoários ou pluricelulares⁵⁰⁴.

Nessa última passagem comparece, segundo Canguilhem, a contribuição própria de Haeckel à sustentação de um dos aspectos de mais longo alcance da teoria da celular, a separação entre os unicelulares e os pluricelulares. Com a teoria da gastrea, Haeckel

⁵⁰¹ Idem, p. 77.

⁵⁰² Idem, p. 77.

⁵⁰³ Idem, p. 77.

⁵⁰⁴ Idem, p. 78; A numeração de Canguilhem dessa sequência de princípios difere um pouco da que adotamos aqui para facilidade de entendimento.

teria estabelecido para o reino animal a clara delimitação entre os organismos inferiores e superiores. Apoiando-se na teoria celular estabelecida, ele criou um critério a partir do qual era possível saber onde de fato se iniciava o reino animal. Canguilhem prossegue no segundo princípio complementar, discutindo a noção de que o ponto de partida do desenvolvimento é uma célula germinativa.

4º) O ovo de onde nascem os organismos vivos sexuais é uma célula cujo desenvolvimento se explica unicamente por divisão. Schwann foi o primeiro a considerar o ovo como uma célula germinativa. Nesta via foi seguido por Kölliker, que é verdadeiramente o embriólogo cujos trabalhos contribuíram ao império da teoria celular⁵⁰⁵.

Esta tese iniciada por Schwann e desenvolvida pelo anatomista e fisiologista suíço Albert von Kölliker (1817-1905), expressa que o ponto de partida da ontogênese dos organismos superiores constitui-se de uma célula. Como já vimos em vários momentos, Haeckel não apenas assume essa tese, mas dá a ela uma interpretação evolucionista, conferindo a ela papel central na lei biogenética fundamental e em todo corpo de sua morfologia evolucionista. A identidade entre a forma da célula-ovo dos organismos superiores, pela qual se inicia seu desenvolvimento, e a forma de organismos inferiores reflete a lei da recapitulação da filogenia pela ontogenia e a natureza das formas ancestrais das plantas e animais verdadeiros.

Assumindo os princípios definidos acima por Canguilhem, pode-se tomar esse mapa geral para perscrutar o posicionamento de Haeckel quanto aos diversos aspectos da teoria celular. Quando tal percurso é adotado, pode-se concluir que Haeckel se afasta total ou parcialmente da formulação da teoria celular em pelo menos três dos princípios acima expostos. Para ajudar a tornar nítidas tais distinções, destacamos abaixo uma passagem na qual Haeckel sintetiza, numa obra tardia (*Maravilhas da Natureza*, 1904), a sua posição histórica em relação à teoria celular.

O dogma celular: As proposições que se encontram reproduzidas quase por toda a parte e contra as quais me insurjo são as seguintes: 1º. A célula nucleada é um organismo elementar; todos os seres vivos são ou unicelulares ou compostos de células e tecidos. 2º. Este organismo elementar possui pelo menos dois órgãos

⁵⁰⁵ Idem, p. 78.

distintos, o núcleo e o corpo celular (citoplasma). 3°. O citoplasma e o carioplasma (núcleo) nunca são corpos homogêneos, mas sempre organizados, isto é, formados de muitas substâncias anatômica e quimicamente distintas. 4°. O protoplasma é, pois, uma concepção metafísica e não química. 5°. Toda célula nasce de uma célula, todo núcleo provém de um núcleo. Estas cinco proposições do dogma celular são inconciliáveis com a teoria da evolução. Combato-os há trinta e oito anos, e quero reunir aqui os argumentos que as condenam⁵⁰⁶.

Destaca-se, em primeiro lugar, dessa longa e significativa passagem, a discordância frontal de Haeckel com a noção de que a célula é o organismo elementar *último* ou a unidade da composição dos organismos em seu grau mais elementar (primeiro princípio). Tal rejeição deve-se, como já vimos, à sua concepção da vida como atividade fisiológica. Haeckel localiza no protoplasma a base do fenômeno vital e no surgimento das primeiras moneras o início próprio de tal fenômeno. Resumidamente, Haeckel havia postulado de modo expresso a existência de vida pré-celular e ele via nas moneras o caminho evolutivo e ponto de partida da origem da vida⁵⁰⁷, ao propor que as moneras nasceram “diretamente da matéria inorgânica por autogonia”⁵⁰⁸. Para Haeckel, independente de a geração espontânea ter ocorrido uma única vez ou ocorra seguidamente até hoje, ela tem o valor de “um postulado lógico da história natural científica”⁵⁰⁹ que prescindia totalmente da “criação”. Enquanto estado mais elementar da vida, as moneras consistem meramente de massa protoplasmática. Segundo Haeckel “o corpo da monera totalmente homogêneo não é [...] nada mais que um agregado semilíquido de partículas albuminóides (moléculas de plasma) firmemente aderidas”⁵¹⁰. Haeckel desenvolveu na *Monografia das Moneras* diversas descrições dessas massas mucosas (*Schleimmasse*)⁵¹¹ segundo os estados que elas podem assumir. Como próprio protoplasma, o caráter principal das moneras é de ordem fisiológica, já que apesar da ausência de estruturas elas são capazes de nutrição e reprodução⁵¹². Assim, a simplicidade das moneras permite diferenciá-las claramente das células, já que essas possuem corpos complexos dotados de estruturas definidas (núcleo, citoplasma e membrana). Por conseguinte, segundo Haeckel, as células devem ter evoluído das

⁵⁰⁶ HAECKEL, 1963 [1904], p. 191.

⁵⁰⁷ HAECKEL, 1930[1879], p. 309.

⁵⁰⁸ HAECKEL, 1880 [1868], II, p. 41.

⁵⁰⁹ HAECKEL, 1869 [1868], p. 30.

⁵¹⁰ HAECKEL, 1868, p. 64-5; HAECKEL, 1869 [1868], p. 28.

⁵¹¹ HAECKEL, 1868, p. 93 e seguintes.

⁵¹² HAECKEL, 1869 [1868], p. 28.

moneras, já que estruturação é uma etapa posterior do estado orgânico, a célula estruturada é um estágio derivado evolutivamente do estágio simples da matéria viva homogênea. Em síntese, o fenômeno vital está localizado em última instância no protoplasma e não na célula.

É de se reconhecer que, de modo indireto, Canguilhem assinala essa posição divergente de Haeckel quanto a esse aspecto da teoria celular ao comentar a influência de algumas de suas teses sobre o pensamento do filósofo e teórico do socialismo alemão Friedrich Engels (1820-1895), cujas posições sobre a teoria celular estão expressas nos seus escritos sobre ciências naturais. Canguilhem aponta passagens do *Anti-Dühring* e da *Dialética da Natureza* nos quais Engels expressa sua visão de que o elemento essencial dos seres orgânicos é uma massa albuminóide e de que o nascimento das células tem, possivelmente, como ponto de partida, esta albumina vivente⁵¹³, posições que, segundo ele, estão visivelmente baseadas nas concepções de Haeckel⁵¹⁴.

De qualquer modo, a rejeição de Haeckel desse princípio de que a célula é o componente estrutural elementar dos organismos ou “o elemento vital portador de todos os elementos da vida” (primeiro princípio), afetou diretamente a sua aceitação de dois outros daqueles princípios, a saber, o segundo e parcialmente o terceiro. Haeckel rejeitou enfaticamente o dogma de que toda célula provém de uma célula (segundo princípio), pilar da difundida versão de Virchow da teoria celular, na medida em que ela se encontra baseada no pressuposto da célula como estrutura fundamental dos organismos. Dado que o fenômeno da vida assenta-se na célula como sua estrutura mínima, a continuidade da vida depende da geração de novas células a partir de células anteriores.

Enfim, a própria tese de Canguilhem sobre a contribuição específica de Haeckel à teoria celular referida no terceiro princípio precisa ser reavaliada e qualificada. A teoria da gastrea não tem por objetivo estabelecer uma distinção entre animais unicelulares e pluricelulares e, de fato, não é isso que ela estabelece. E a ciência da protistologia proposta por Haeckel na *Morfologia Geral*⁵¹⁵ e desenvolvida posteriormente não tem por objetivo estudar exclusivamente os organismos unicelulares. Em primeiro lugar, a rejeição de Haeckel do primeiro princípio baseada na sua noção de protoplasma e de moneras impede-o de aceitar a tese de que “os viventes

⁵¹³ CANGUILHEM, 1976, p. 87-8, nota 46.

⁵¹⁴ Engels refere-se diretamente às teorias e posições de Haeckel no *Anti-Dühring* (cf. ENGELS, 1907 [1878], p. 100 e 171).

⁵¹⁵ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 21.

não compostos são unicelulares”. Isto não procede na medida em Haeckel rejeita que o fenômeno vital se reduza à celularidade. Para ele existem organismos que não atingiram o estágio celular. As moneras não têm células e nem são células. Uma monera é uma massa homogênea e não estruturada de protoplasma. Sendo assim existem organismos inferiores que simplesmente não se encaixam na definição de unicelulares. Esse ponto foi defendido e desenvolvido por Haeckel em inúmeras obras desde a *Morfologia Geral*, constituindo-se num dos temas centrais do seu pensamento monista.

Por outro lado, a questão da pluricelularidade dos organismos e em particular dos animais não foi tratada por Haeckel do modo como aparece na síntese de Canguilhem. Tanto na *Morfologia Geral* como na teoria da gastrea, Haeckel explicitou que existem organismos pluricelulares que não se encaixam numa definição de organismo superior. Especificamente na teoria da gastrea, ele procurou mostrar justamente como constituir um conjunto de critérios para distinguir dentre os pluricelulares quais eram os verdadeiros animais, metazoários. Segundo Haeckel, todos aqueles que estivessem fora da noção de metazoário deveriam, portanto, ser considerados protozoários. Assim, embora o problema da composição dos metazoários ocupe lugar de destaque na teoria da gastrea, em associação direta com a questão da unicelularidade e da pluricelularidade dos organismos, já vimos que o caráter pluricelular é parte integrante, mas não definidora da noção de metazoário. A noção de metazoário é mais estrita do que a noção de pluricelular. Por isso o reino neutro dos protistas proposto por Haeckel agrega na verdade organismos não celulares, unicelulares e um determinado conjunto de pluricelulares.

Cremos ter mostrado que as posições de Haeckel, sobretudo acerca da evolução, da autogonia e do significado das moneras, levaram-no a contrapor-se a uma parcela expressiva da teoria celular, o que não comprometeu, contudo, sua defesa explícita dessa teoria quanto a diversas de suas teses. No pensamento de Haeckel há, de fato, uma importante noção de composição dos organismos que é dada principalmente pela sua dimensão morfológica e estrutural, mas para a compreensão do todo orgânico é necessário conjugar tal dimensão com outros elementos da doutrina da individualidade biológica desse autor.

3.3. O PROBLEMA DO ASPECTO DESCONTÍNUO DO INDIVÍDUO MORFOLÓGICO

A compreensão da forma dos metazoários de Haeckel considera o papel central desempenhado pelas células na sua estruturação. Ao mesmo tempo, ele desenvolve na teoria da gástrica uma noção de forma individual que dê conta de explicar a integração do metazoário num todo orgânico. Assim, para compreender a relação entre o nível celular e o nível gastrular é necessário agora retornar à concepção de individualidade biológica de Haeckel. Como ele afirmou, “o conhecimento morfológico dos animais assenta-se antes de tudo sobre o correto conhecimento de sua individualidade”⁵¹⁶. Baseado no exposto na seção anterior, podemos já afirmar com Richards que “a teoria celular estabeleceu o limite fundamental para o conceito de individualidade biológica, mas, ao menos para Haeckel, não esgotou certamente o significado do conceito”⁵¹⁷. Isto significa que a individualidade que surge sob a forma gastrular não tem, em Haeckel, um estatuto meramente derivado da forma celular. O aspecto estrutural do composto não esgota o sentido do todo orgânico expresso pela forma individual. É necessário tentar deixar claro o modo como isto procede.

O primeiro e mais direto modo de reconciliar a forma celular e a forma gastrular e compreender as suas relações, é retomar a distinção de Haeckel das dimensões da individualidade biológica nas quais estão inseridos os níveis de individualidade. Lembremos que esta elaboração de Haeckel distinguiu três dimensões da individualidade biológica, a saber, a individualidade morfológica, a fisiológica e a genealógica, no interior das quais há diversos níveis inseridos numa escala ascendente. Deste modo, a forma celular, mantendo o seu caráter próprio, pode ser diferentemente compreendida conforme o contexto em que se encontre uma dada célula. Por exemplo, no caso de um organismo unicelular, a célula apresenta individualidade fisiológica, ao passo que num metazoário desenvolvido a célula apresenta apenas individualidade morfológica, já que nesse caso não apresenta vida independente. Este modo de compreender o indivíduo sob distintas dimensões está expresso numa declaração do botânico Julius Sachs (1832-1897) na qual afirmou, em relação aos vegetais, que em cada caso considerado a concepção da célula “depende completamente de *nossa*

⁵¹⁶ HAECKEL, 1878, p. 1

⁵¹⁷ RICHARDS, 2008, p. 130.

maneira de ver, de contemplar as células como organismos independentes elementares ou somente como partes”⁵¹⁸.

Provavelmente, Haeckel não foi o primeiro a conceber modos distintos de individualidade para os organismos, mas parece original a maneira como ele propõe o seu quadro sistemático das dimensões e níveis da individualidade biológica. A perspectiva com a qual ele tratou o tema na *Morfologia Geral* foi o de formular um esquema explicativo geral que envolvesse toda a variedade dos fenômenos da individualidade orgânica. Canguilhem nos recorda sobre a posição de Oken quanto a esse problema afirmando que para esse autor “o organismo não é uma soma de realidades biológicas elementares”, ao contrário ele “é uma realidade superior em que os elementos são negados como tais” e acrescenta que “Oken antecipa com uma precisão exemplar a teoria dos graus de individualidade”⁵¹⁹. O ponto de vista teórico desenvolvido por Haeckel visou conciliar, a nosso ver, a noção da unidade do indivíduo orgânico com a complexidade e diversidade dos fenômenos orgânicos.

Haeckel tinha a clara dimensão do problema de uma noção meramente colonial de organismo e do alto grau de relatividade com a qual se devia tratar a questão da independência e das relações diferenciadas que os organismos mantêm uns com os outros e com suas partes. Por isso, ele retornou tantas vezes ao ilustrativo problema da perda da individualidade fisiológica das medusas que originalmente separadas e independentes vinham a constituir depois um sifonóforo⁵²⁰. Os sifonóforos são hidrozoários bastante delicados de características polimórficas bastante acentuadas. Eles foram considerados por Haeckel e outros pesquisadores como organismos essencialmente coloniais, consistindo de pólipos que passavam por modificações para desempenhar distintas funções⁵²¹.

⁵¹⁸ Sachs *apud* CANGUILHEM, 1976, p. 85.

⁵¹⁹ CANGUILHEM, 1976, p. 69; O autor parece referir tal antecipação às elaborações de Simondon, às quais ele cita de passagem à frente (p. 90, nota 50); Como já observado esse autor produziu uma extensa discussão sobre individualidade, cujas seções adstritas à individualidade biológica oferecem pontos de contato com a abordagem de Haeckel (cf. SIMONDON, 2009 [1958], p. 281-303).

⁵²⁰ Cf., HAECKEL, 1963 [1904], por exemplo, p. 154.

⁵²¹ Cf. RICHARDS, 2008, p. 182.

Figura 20: Dois desenhos de sifonóforos feitos por Haeckel. À esquerda um sifonóforo do gênero *Physora*. O esquema mostra as distintas funções de cada parte do organismo colonial, que, segundo Haeckel, nasceram separadamente como organismos independentes (Richards, 2008, p. 184). À direita, sifonóforo da espécie *Discolabe quadrigata* (Haeckel, *Kunstformen der Natur*, prancha 37).

Quando aceitamos a separação feita por Haeckel da dimensão morfológica e fisiológica da individualidade orgânica, podemos, ao considerar um dado organismo, relegar o seu aspecto compositivo à dimensão morfológica da individualidade e, fazendo tal abstração, tomar em conta unicamente o todo do bionte, o indivíduo fisiológico completo. A consideração em sentido contrário é igualmente possível. Nesse sentido, a imagem do metazoário como “república de cidadãos livres” funcionaria mais como uma metáfora para indicar o fato da pluricelularidade do organismo, evidenciando um aspecto de sua morfologia, do que para reduzi-lo efetivamente a um ser de tipo quase colonial ou a uma realidade irremediavelmente fragmentada. De qualquer modo, caberia aqui, como sugere Canguilhem, uma investigação sobre o contexto e o significado específico das interferências mútuas entre as imagens que vêm da política e

da biologia que se encontram aí presentes⁵²². Por outro lado, não se pode negar que permanece, contudo, no pensamento de Haeckel uma oscilação e uma tensão entre o primado da parte ou do todo na consideração do indivíduo orgânico. Na dupla via da análise e da síntese, tais tendências permanecem se alternando sucessivamente como tentativas de abordagem do organismo. Nesse sentido, poderíamos dizer que o reconhecimento de Haeckel dos ganhos da *Patologia Celular* de Virchow, que considera a doença do organismo como uma ocorrência localizada no nível celular, um exemplo da primeira tendência e que, contrariamente, a visão de Haeckel dos organismos como ciclos de vida gerativos, na dimensão da individualidade genealógica, um exemplo da segunda tendência. A constatação desta alternância de perspectivas sugere a necessidade da busca de uma via complementar para a compreensão da posição de Haeckel nessa questão. A seguir, mostraremos que um modo complementar de abordar e equacionar adequadamente a relação entre forma celular e forma gastrular pode ser desenvolvido através da tomada do problema da individualidade sob uma nova perspectiva.

Como vimos, segundo Canguilhem, a busca de compreensão da individualidade envolve o problema da oposição entre simplicidade e composição⁵²³. No caso dos seres vivos, esclarece ele, tal problema obriga a dissociação dos aspectos da forma e da matéria para uma compreensão da questão da divisibilidade: “O indivíduo não pode ser dividido quanto à forma, do modo que se percebe que pode ser dividido quanto à matéria”⁵²⁴. Esta abordagem conduz a problemas e limitações análogas àquelas que produziram uma oscilação de perspectivas na consideração das dimensões da individualidade fisiológica e morfológica. Mas Canguilhem ofereceu outra problemática, baseada na contraposição entre continuidade e descontinuidade. Cremos que reflexões em torno da resolução de tal problemática contribuem igualmente para o esclarecimento da noção de forma individual de Haeckel. Ele introduziu tal problemática a partir da sua apresentação de como a biologia havia oscilado entre duas representações quanto à base última do fenômeno biológico, uma “massa vital homogênea” e uma “unidade material irreduzível”, conforme citado acima. Diante disso, ele afirma que “como na óptica, se defrontam aqui as duas exigências de continuidade e

⁵²² Cf. CANGUILHEM, 1976, p. 70-71.

⁵²³ Cf. CANGUILHEM, 1976, p. 97.

⁵²⁴ CANGUILHEM, 1976, p. 70.

descontinuidade”⁵²⁵. cremos que uma abordagem complementar sobre a forma individual, como a sugerida acima, pode ser desenvolvida atacando a questão da distinção entre a dimensão morfológica e fisiológica e a divisão dos níveis da individualidade biológica com um tratamento associado que envolva uma rearticulação do par contraposto da descontinuidade e continuidade.

Na proposição de Haeckel sobre a base última da vida, a ambivalência entre “massa vital homogênea” e “unidade material irreduzível” é resolvida com a definição de que, em última instância, o fenômeno vital é *atividade*, sendo que a base da vida em sentido próprio é então de natureza puramente fisiológica. Como vimos, para Haeckel, as funções vitais prescindem de qualquer estruturação e a sua base material pode ser concebida como um protoplasma totalmente homogêneo. Podemos extrair duas consequências dessa definição da vida. A primeira, já observada, é que uma estruturação vital inicial assenta-se sobre uma base material homogênea também de natureza vital. No entanto, cremos que é possível acrescentar que isso não se aplica apenas à estruturação inicial (plastídeos), mas que é extensível a todos os níveis seguintes de estruturação, vale dizer, a todos os níveis seguintes da individualidade morfológica. Deve ser possível supor certa homogeneidade dos elementos (indivíduos) morfológicos de um dado nível para que eles juntos possam formar o indivíduo de nível imediatamente superior. Há em certa medida uma equivalência mútua entre eles e a sua soma resulta, nesse sentido, homogênea. A segunda consequência daquela definição de vida é que a atividade fisiológica fundamental que sustenta o fenômeno vital pode ser concebida como um contínuo. O caráter energético da atividade fisiológica é o que confere a sua natureza contínua, na medida em que o desenrolar da ação vital não pode ser concebido como composta atualmente de elementos distintos. Presente na massa homogênea, essa atividade fisiológica é a responsável pelo surgimento e estruturação da unidade orgânica. Assim, além da homogeneidade material baseada na equivalência das suas unidades constituintes é, sobretudo, o aspecto contínuo da atividade fisiológica que garantirá o caráter de unidade do todo orgânico. Procuraremos demonstrar a seguir, a partir da articulação de elementos já expostos ao longo de nosso trabalho, a plausibilidade dessa interpretação aplicada ao modelo de individualidade de Haeckel. Nosso ponto de partida para isso é uma análise mais detida da noção de monera como massa protoplasmática constituída pelos plastídulos e do seu papel na formação dos

⁵²⁵ CANGUILHEM, 1976, p. 55.

primeiros indivíduos orgânicos. É, portanto, na teoria das moneras e, por fim, também na teoria plastidular, que se deve buscar o nexo de inteligibilidade último da visão de Haeckel sobre a individualidade biológica.

Já chamamos atenção para certa variação da sua noção de monera, o que podemos caracterizar agora como certa ambivalência de sentidos. Isto ocorre mediante o tratamento alternado que Haeckel dispensa à noção de monera, referindo-a tanto como indivíduo orgânico original quanto como matéria orgânica original. A monera é ora tratada por Haeckel como o plastídeo original (o cítodo ou célula não nucleada que é indivíduo orgânico de primeiro nível) ora identificada como a simples massa protoplasmática primordial, *não individuada*. Em ambos os casos, a noção de monera significa os seres vivos fundamentais, mas enquanto no primeiro caso Haeckel focaliza as moneras como unidades orgânicas equivalentes aos cítodos (células sem núcleo), portanto sem diferenciação estrutural e cujo corpo é formado simplesmente por protoplasma, no segundo caso ele se concentra na própria “matéria vital” básica, o protoplasma, independente de qualquer individuação, ou seja, num estágio tão inicial do fenômeno vital que o ser vivo resume-se aí a uma simples massa contínua e homogênea. Nesse estágio primordial e pré-individual, a massa protoplasmática não *integra* qualquer indivíduo, a monera *é* simplesmente ser vivo. Podemos acompanhar os contornos dessa relevante distinção na discussão desenvolvida por Haeckel sobre o *Bathibius*, aquela monera fundamental descrita por Huxley. Diz-nos Haeckel:

Nas moneras até então estudadas, a substância homogênea e amorfa de protoplasma que forma os corpos em geral apresenta-se em modo individualizado, de maneira que as próprias porções singulares (*einzelnen Klumpen*) alcançam por crescimento certa dimensão e então, quando excedem tal dimensão, decompõem-se em duas ou mais partes. No *Bathibius*, ao contrário, não se observa este início de individualização; seu corpo protoplasmático mole e amorfo, que cobre em massas imensas as profundezas de mares, não apresenta nenhuma individualização; as porções singulares [isto é, cada uma das massas de *Bathibius* em toda sua extensão] não parecem atingir nenhum tamanho determinado e parecem multiplicar-se segundo as circunstâncias, isto é, desagregam-se em partes quaisquer de dimensões desiguais quando o crescimento atingiu um limite em uma ou outra condição de adaptação⁵²⁶.

⁵²⁶ HAECKEL, 1876, p. 27-8; HAECKEL, 1919 [1876], p. 27.

Assim, o ponto de partida de onde surge o indivíduo orgânico, ou o primeiro ser orgânico individuado, constitui-se de um determinado estágio da própria monera. A monera pode apresentar-se, segundo Haeckel, em duas etapas evolutivas, uma primordial como simples massa protoplasmática pré-individual, etapa que deve preceder lógica e cronologicamente à primeira individuação, e uma etapa posterior, evolutivamente derivada como plastídeos (os cítodos, ou seja, células sem núcleo), considerados os indivíduos orgânicos em seu nível mais elementar. Em seu trabalho *Sobre Moneras e Outros Protistas*, de 1870, Haeckel apontou também tal distinção, destacando que as moneras consistiam de protoplasma livre (*freie*)⁵²⁷ e, além de afirmar que as enormes massas amorfas de *Bathibius* não apresentavam ainda individualização (*es ist noch kaum individualisirt*), indicou que a noção de gelatina ou muco primordial (*Urschleim*) de Oken e dos *Naturphilosophen* como a matéria viva primordial universal encontrava agora, com o resultado das investigações de Huxley, a sua confirmação empírica⁵²⁸. Podemos verificar ainda, que Haeckel é igualmente claro quanto a esse ponto quando propõe uma distinção evolutiva para o grupo das substâncias plasmáticas. Segundo ele, há primeiro o *arquiplasma*, a substância viva mais antiga e original, e depois o *monoplasma*, a substância dos cítodos⁵²⁹. cremos que é evidente que no segundo caso o uso do termo “*mono*” na expressão *monoplasma* procura indicar o advento da individualidade.

Com isto, torna-se mais claro o sentido da afirmação de Haeckel de que as moneras são os organismos mais simples que se pode conceber. Por um lado, ele se refere aqui aos plastídeos de constituição interna homogênea sem diferenciação de um núcleo, isto é, as moneras como “organismos sem órgãos”, e é por isso que Haeckel afirma que “o próprio termo ‘organismo’ parece dificilmente aplicável a mais simples forma de vida; pois na concepção de ‘organismo’ está implicada a construção do todo a partir de partes dissimilares”⁵³⁰. Mas, num sentido mais profundo, Haeckel está indicando que a noção de ser vivo na sua acepção mais ampla ultrapassa os limites da noção de indivíduo, ou seja, que o ser vivo não pode ser concebido de modo estrito e imediato como algo já individuado, ainda que num estágio de máxima simplicidade. A noção de plasma como a base física da vida é mais ampla que a noção de célula. Sua maior amplitude não decorre da visão de que o plasma seja o constituinte fundamental

⁵²⁷ HAECKEL, 1870, p. 86.

⁵²⁸ Idem, p. 87.

⁵²⁹ Idem, p. 33.

⁵³⁰ HAECKEL, 1869 [1868], p. 29.

da célula, mas porque o plasma é necessariamente uma etapa anterior do fenômeno vital ou, mais precisamente, a etapa precisa que representa o ser vivo em geral na sua fase primordial. E por isso é que, comparando o maior alcance e a superior capacidade explicativa da teoria do protoplasma em relação à teoria celular, Haeckel afirma que “todo o estranho problema da existência se acha deste modo devolvido à atividade química fundamental do plasma”⁵³¹. Como já sublinhamos, evidencia-se aqui a relação primária que Haeckel estabelece entre vida e atividade.

Para complementar o percurso dessa linha interpretativa é necessário ainda, acompanhando o esquema de Haeckel, descer um último degrau nessa escala até a questão da constituição da massa protoplasmática homogênea. Já vimos que ela é formada, segundo ele, por uma entidade elementar que é o plastídulo ou molécula orgânica. *Pari passu* com as teorias químicas sobre a constituição da matéria por átomos e moléculas, e de modo igualmente hipotético Haeckel pleiteará a existência de uma unidade elementar última da matéria orgânica. O limite inferior da natureza da molécula orgânica é concebido do mesmo modo que o de uma molécula inorgânica. Sua natureza é alterada quando se transpassa o limite inferior de sua constituição, ou seja, quando a molécula se resolve em seus átomos constituintes deixando desse modo de exibir as características químicas típicas que apresentava como substância composta. No caso das moléculas orgânicas, isto envolve extensivamente a perda de suas características vitais devidas justamente ao modo particular de sua constituição atômica.

Deve-se reconhecer aqui que é preciso compreender o estatuto específico que Haeckel atribui aos plastídulos na escala orgânica. Isto porque dependendo de como tais unidades sejam concebidas retoma-se o problema da relação entre continuidade e descontinuidade existente na individuação. Mas, tal retorno não ocorre na medida em que para Haeckel os plastídulos não são indivíduos orgânicos. Como sugere Holmes, a teoria dos plastídulos de Haeckel se distingue de outras teorias micromeristas porque a sua unidade elementar, o plastídulo, nunca se confunde com um organismo individual diminuto⁵³². Além disso, ele destaca que há uma diferença adicional na teoria de Haeckel das moléculas orgânicas:

A maioria das teorias micromeristas dota as suas entidades particuladas com o poder da multiplicação por divisão. A teoria de Elsberg, como a de Haeckel, é uma exceção

⁵³¹ HAECKEL, 1919 [1876], p. 31.

⁵³² Cf. HOLMES, 1948, p. 152.

a esta regra. É comum a uma e outra dessas teorias a noção de que as unidades que chamaram de plastídulos nunca crescem ou se dividem, mas geram duplicatas de si mesmas devido ao meio nutriente na sua proximidade que assume a mesma composição que elas. Haeckel [...] atribuiu a formação de novos plastídulos à influência das ondulações [produzidas por eles] sobre o meio circundante⁵³³.

Dentre outras questões, sobressai dessa passagem a produção de novos plastídulos por meio de uma atividade que se espalha sobre o meio em forma de ondas. Já vimos que essa ação que produz ondulações rítmicas, associada à capacidade de memória, é uma das características centrais da noção de plastídulo de Haeckel. Podemos afirmar que nessa caracterização do papel e da atividade dos plastídulos destaca-se que a relevância da sua influência física se encontra conferida mais por suas propriedades energéticas e por sua capacidade de ação do que por seu aspecto de suporte estrutural. Dentre outros motivos, este ponto é importante porque marcará a diferença de Haeckel em relação a outras teorias da herança, dentre as quais podemos destacar a teoria pangenética de Darwin, que propõe, para a reprodução e a transmissão de caracteres parentais através de um processo de agregação de partículas, as gêmulas. Haeckel criticará a pangênese darwiniana especificamente quanto ao aspecto da transferência material da herança por meio de partículas que passam de geração em geração, na medida em que ele concebe, ao contrário, que a conservação e transferência das características hereditárias ocorrem por meio apenas das “energias orgânicas”⁵³⁴. Em sua própria teoria, os movimentos ondulatórios dos plastídulos é que desempenham tal papel, não havendo necessidade de uma presença direta ou de uma continuidade material *permanente* (através das sucessivas gerações) das próprias partículas “portadoras” da herança⁵³⁵. Segundo Haeckel,

Darwin diz exclusivamente que “todas as formas de reprodução dependem da *agregação das gêmulas*, que são emitidas de todas as partes do corpo”. Nós dizemos, contrariamente: “Todas as formas de reprodução dependem da *comunicação do*

⁵³³ Idem, p. 152.

⁵³⁴ HAECKEL, 1919 [1876], p. 73.

⁵³⁵ Rinard interpreta de modo diferente esse ponto. Para ela o modelo de Haeckel segue de perto o de Braun quanto ao peso concedido à transferência material da herança tomando por base o modelo original da reprodução como propagação, contudo ela não cita a teoria da perigênese dos plastídulos de Haeckel (cf., RINARD, 1981, p. 274).

movimento dos plastídulos, o qual é transmitido de modo simples diretamente das partes gerativas do corpo aos plastídeos engendrados” (destaques nossos) ⁵³⁶.

Não pretendemos desenvolver aqui, evidentemente, a importante discussão sobre as teorias e as questões gerais envolvendo a herança e a reprodução. O ponto específico a ser sublinhado é quanto ao caráter energético dos plastídulos, presente na concepção de Haeckel. Por meio desse caráter, os plastídulos produzem um movimento rítmico ou agitação regular que se *comunica* por meio de ondas. Dentre outros efeitos físicos, esta comunicação do movimento dos plastídulos é capaz de engendrar novos plastídulos, os quais, por sua vez, *reproduzem* o mesmo tipo de movimento rítmico que lhe originaram. Deve-se observar, por outro lado, que é essa comunicação permanente do movimento rítmico dos plastídulos que produz a dinâmica de interação com o meio externo e que, acima de tudo, garante uma atividade harmônica conjunta dos vários plastídeos que compõem uma mesma massa protoplasmática. Essa “comunidade energética” deve-se ao fato de que os plastídeos comungam aí de um mesmo tipo de movimento rítmico devido às suas interações mútuas. Podemos concluir por isso que na concepção de Haeckel, devido à sua constituição plastidular, a massa protoplasmática tem uma natureza homogênea em termos materiais e uma natureza contínua em termos de sua atividade energética. Como vimos anteriormente, é esse caráter contínuo de sua atividade vital que caracteriza propriamente o protoplasma e as moneras elementares.

3.4. A ATIVIDADE VITAL COMO A BASE GERAL PARA A INDIVIDUALIDADE

O problema da relação entre a dimensão morfológica e fisiológica da individualidade aparece de modo permanente ao longo da obra de Haeckel. No artigo já citado de 1878, *Sobre a Individualidade dos Corpos Animais*, ele destacou tal problema ao afirmar que as discussões tectológicas sobre a formação do indivíduo orgânico giravam em torno de duas questões-chave. A primeira dizia respeito à identificação do nível de individualidade ocupado por um determinado organismo, que se circunscreve principalmente à esfera morfológica. Na segunda, ele indagava: “Como a individualidade morfológica procede em relação à individualidade fisiológica?” ⁵³⁷. Ele indicou por esse modo a centralidade do problema da relação entre as dimensões da

⁵³⁶ HAECKEL, 1919 [1876], p. 72.

⁵³⁷ HAECKEL, 1878, p. 12.

individualidade para a compreensão da forma orgânica. Pretendemos agora avançar ao que foi provavelmente a sua resposta a esse problema.

De acordo com o exposto, segundo Haeckel, os indivíduos orgânicos primordiais, que apresentam o mais baixo grau de individualidade, surgiram de uma massa protoplasmática homogênea cuja atividade vital encontrava-se igualmente distribuída em toda a sua extensão. O ato de individuação é uma decorrência da própria atividade vital do protoplasma, o que envolve sua dinâmica interna e sua interação com o meio externo. Os indivíduos orgânicos saídos desse processo, os plastídeos originais, apresentavam apenas o primeiro e mais simples grau de estruturação, que é a própria individualidade. Como sintetizamos atrás, o modelo de Haeckel da individuação orgânica, no seu nível básico, assenta-se na constituição material homogênea do protoplasma original e *principalmente* na atividade fisiológica de caráter contínuo aí presente. Gostaríamos de destacar aqui que a eventual generalização desse modelo para os demais níveis de individualidade pode servir justamente como o aspecto complementar, acima referido, que garante o entendimento da relação da dimensão morfológica e fisiológica na produção da forma individual. Em caso positivo, isto significa resolver a questão do lugar específico do aspecto da composição celular dos organismos na morfologia de Haeckel, de modo compatível com uma noção de forma individual.

Devemos então considerar a hipótese de esse modelo que vimos no nível básico ter sido também aplicado por Haeckel nos demais níveis da individualidade orgânica. Em caso positivo, isto significa dizer que a *atividade vital* foi tomada por ele de modo geral como o principal fator de desencadeamento e manutenção da individualidade. A plausibilidade de tal hipótese depende inicialmente de ser possível localizar os dois requisitos que vimos acima no surgimento do indivíduo de nível elementar igualmente presentes nos demais níveis. Quanto ao primeiro requisito, a saber, a homogeneidade material, é preciso ver, então, se, para cada nível da individualidade, o agregado de indivíduos que forma o indivíduo de nível imediatamente superior pode ser concebido em algum sentido como morfológicamente homogêneo. Podemos dizer que este é, por definição, precisamente o caso do esquema tectológico de Haeckel. Por exemplo, as camadas germinativas que formam a gástrula, embora distintas, são ambas consideradas indivíduos morfológicos do segundo nível e *nesse sentido* formam em conjunto um agregado homogêneo. Isto é aplicável de igual modo aos demais níveis da individualidade morfológica.

Quanto ao segundo requisito, isto é, o papel central de uma atividade fisiológica de natureza contínua no desencadeamento da individuação e na manutenção da unidade do todo orgânico, o procedimento é indireto. Contudo, antes de empreendermos essa investigação, deve-se observar que, segundo a interpretação proposta, no modelo geral de individualidade de Haeckel há uma ênfase expressiva no papel da atividade fisiológica. Tal atividade que é o aspecto do fenômeno vital que desencadeia o processo de individuação. Nessa medida, poder-se-ia objetá-la como paradoxal num autor cuja primazia parece ter sempre recaído justamente na morfologia. Cremos, porém, que mesmo levando isso em conta, existe uma série de motivos que contrariam tal objeção e, nesse sentido, oferecem um apoio ainda que indireto a presente proposta de interpretação. Partindo dos motivos gerais aos particulares, podemos dizer, em primeiro lugar, que na morfologia de Haeckel não há propriamente uma primazia do aspecto morfológico, mas uma tentativa permanente de combinação dos fatores morfológicos e fisiológicos para a compreensão evolutiva da forma orgânica, em consonância com sua perspectiva monística. Pode-se mesmo dizer que, na concepção de morfologia, a forma não se confunde com a estrutura e a configuração interna e externa do organismo, mas é o resultado da confluência evolutiva desses fatores materiais e estruturais com a atividade fisiológica. Em segundo lugar, a ênfase de Haeckel no aspecto morfológico que sobressai em diversos pontos de sua obra tem a função explícita de colocar em primeiro plano a face epigenética da formação orgânica, de modo a evidenciar o seu aspecto evolutivo e o desenvolvimento gradual das estruturas orgânicas. Além disso, como indicado mais de uma vez aqui, a concepção de vida de Haeckel como fenômeno essencialmente fisiológico, encontra-se amplamente distribuída em sua obra. Podemos ainda afirmar, por fim, que no modelo de individualidade orgânica de Haeckel, a atividade fisiológica não determina a forma, mas direciona e cria as condições para seu aparecimento.

Tendo como referência a linha interpretativa indicada anteriormente, procuraremos evidenciar como Haeckel concebeu o papel da atividade fisiológica para a constituição da unidade da forma orgânica. Procuraremos apontar que, para Haeckel, a individualidade e a integridade do todo orgânico têm como fenômeno de base a atividade, uma atividade que ele expressa com a noção de alma do organismo. Já vimos (capítulo 1, ítem 3.1 e capítulo 2, ítem 3.1.1), que Haeckel utiliza os termos ‘alma’ e espírito’ para expressar a atividade, força ou energia como um dos aspectos da substância única, ao lado do aspecto material. Tais expressões são aplicadas tanto para a

matéria orgânica como para a inorgânica. Veremos agora especificamente como ele concebe essa atividade anímica ao problema da individualidade. Para isso, colocaremos em destaque algumas passagens da sua obra sobre *A Alma da Célula e as Células da Alma*⁵³⁸, obra na qual ele trata centralmente de questões relacionadas à integração dos organismos e aos sentidos da noção de alma aplicados a toda série orgânica, desde o protoplasma até o homem. Embora tais questões possam ser encontradas em outros pontos da vasta produção de Haeckel, acreditamos que o sentido geral dessa obra favorece em particular a reunião dos problemas que temos em foco. Como veremos, subjaz ao tema aí desenvolvido o problema de conceber a unidade de uma coletividade. Essa unidade não é posta em termos materiais ou estruturais, mas é garantida por uma atividade anímica. O problema a que nos referimos é o de conceber como uma multiplicidade de almas pode produzir efetivamente uma alma de nível superior. Nas referidas passagens, esse problema sobre alma dos organismos será discutido por meio de quatro questões: a duplicidade da sua natureza local e geral, a sua presença extensiva ou integral no todo orgânico composto, a unidade do coletivo e a centralidade funcional observada nos organismos.

Na primeira passagem Haeckel retorna ao significativo e problemático caso dos sifonóforos, mostrando como a transformação das diversas medusas inicialmente independentes se agregam para formar uma comunidade social de organização superior (*höheren sozialen Gemeinschaft*)⁵³⁹. A retomada do exemplo é válida pela ênfase que observamos aqui no papel da atividade da alma:

Cada indivíduo possui aqui sua alma individual; separado [originalmente] do conjunto pode mover-se a vontade e sentir por sua própria conta. Mas, além disso, o conjunto possui também uma vontade única centralizada, da qual dependem os indivíduos associados, e que possui também uma sensibilidade comum a qual transmite rapidamente cada percepção individual a todos os membros. Assim, cada uma das medusas assim agrupadas pode dizer de si mesma, com Fausto: “Duas almas, ai de mim, habitam em meu peito!”⁵⁴⁰.

Já indicamos atrás que o caso dos sifonóforos é emblemático devido à precariedade de sua individualidade. A evidente unidade do organismo é contrariada

⁵³⁸ Essa publicação é fruto da conferência proferida por Haeckel em 1878.

⁵³⁹ HAECKEL, 1909, p. 42; HAECKEL, 1919 [1909], p. 117.

⁵⁴⁰ HAECKEL, 1909, p. 42-3; HAECKEL, 1919 [1909], p. 118.

pela origem separada e pela independência original das medusas que o constituem. Por causa disso, Haeckel pôde destacar a duplicidade de “vontades” presente nas medusas, que corresponde a uma dupla natureza da alma que se manifesta quer na esfera própria de uma medusa particular, quer no todo do sifonóforo. Haeckel evidencia a dualidade indicando que, ao lado da vontade superior centralizada, da sensibilidade e atividade comum, das quais dependem as medusas associadas, nelas subsiste uma vontade particular. Embora seja possível ver nessa passagem simplesmente o enfraquecimento da noção de todo, o que negaria a própria existência de uma individualidade de nível superior, o argumento de Haeckel parece encaminhar-se num sentido diferente. A necessária negação da individualidade dos elementos constituintes que é condição da afirmação do todo, conforme nos lembrou Canguilhem ao citar a declaração de Oken, é estabelecida aqui por Haeckel mediante o reconhecimento da incapacidade de retomada de uma vida livre por parte dos constituintes e, ainda que de modo relativo, essa negação da individualidade de cada constituinte firma claramente as condições de existência do todo e das partes especializadas. Como explica Haeckel na sequência do texto, “apenas a ação recíproca e regulada, [...] em uma palavra, [apenas] a alma centralizada que as liga, pode assegurar aos indivíduos como a todo o conjunto uma vida duradoura” ⁵⁴¹. Assim, a dualidade presente nos constituintes é condição do estabelecimento do todo orgânico.

Noutra altura do texto, vemos como Haeckel desenvolve esses pontos sob novo enfoque. Em sua tentativa de estabelecer a existência de uma “alma das células”, objeto de sua conferência, o autor desenvolve também uma discussão sobre o que ele chama de “células da alma”, isto é, os conjuntos de células especializadas que conformariam propriamente o aparato psíquico ⁵⁴² ou órgãos da alma dos animais. De modo geral, esse aparato psíquico estaria associado a uma série de funções como a sensação, a vontade e o movimento, dentre outros. Tal aparato é composto, em seu estágio de maior desenvolvimento, pelos órgãos dos sentidos, pelo sistema nervoso e pelo sistema muscular ⁵⁴³. Haeckel desenvolve, ao longo do texto, uma discussão sobre o aspecto evolutivo do aparato psíquico e sobre os diferentes estágios de desenvolvimento em que ele se encontra, nos diversos grupos de animais. Desde a introdução, é destacada a importância da compreensão fisiológica das atividades psíquicas e a efetiva ligação da

⁵⁴¹ HAECKEL, 1909, p. 43; HAECKEL, 1919 [1909], p. 118.

⁵⁴² HAECKEL, 1919 [1909], p. 100.

⁵⁴³ HAECKEL, 1919 [1909], p. 89.

alma ao organismo, de modo a evitar que sua existência seja tomada como “um fato de ordem sobrenatural” ⁵⁴⁴. Mas, por outro lado, Haeckel procura mostrar que a noção segundo a qual a alma tem um assento específico, um local determinado no corpo orgânico não pode ser integralmente aceita. De modo aparentemente paradoxal, Haeckel indica que o cérebro (ou os gânglios nervosos dos animais inferiores), como órgão central da alma nas suas funções superiores, não pode ser tomado estritamente como o “assento da alma”, sendo essa expressão apenas uma imagem e não uma visão rigorosa da questão⁵⁴⁵. Com isso, Haeckel não pretende “negar a posse de uma alma dependente de seu poder central” ⁵⁴⁶, mas observar que, para além da alma central, a vontade encontra-se distribuída ao longo de todo o organismo:

Os estudos experimentais dos fisiologistas sobre as rãs e os insetos decapitados nos ensinam que apesar da extração do cérebro a atividade da alma pode subsistir depois por muito tempo nas outras partes do corpo. Fica completamente destruída unicamente a direção central; somente as funções mais elevadas da alma, a razão e a consciência são suprimidas em parte ou totalmente, mas segue exercendo outras funções⁵⁴⁷.

Assim, a existência das diversas funções da alma do organismo não é exclusivamente dependente do órgão central, na medida em que elas podem subsistir, ainda que precariamente, sem o auxílio desse último. E, decorrente disso, pode-se entender também que, embora as partes especializadas ligadas às funções centrais da alma realizem o importante trabalho de harmonização e centralização das diversas funções orgânicas e, nesse sentido, funcionem como os meios para a efetivação de uma unidade superior, as funções gerais são essencialmente dependentes da atividade disseminada pelo conjunto do corpo. Por outro lado, a partir dessa distinção, Haeckel pode afirmar que “a alma celular é um fenômeno totalmente geral da existência orgânica”. Esse ponto é importante na medida em que ele procura sustentar a tese de que as funções superiores da alma não são simplesmente dadas, mas são consequência da evolução orgânica. Por isso ele afirma que, comparada à generalidade da alma

⁵⁴⁴ Idem, p. 84.

⁵⁴⁵ Idem, p. 100.

⁵⁴⁶ Idem, p. 100.

⁵⁴⁷ HAECKEL, 1909, p. 27; HAECKEL, 1919 [1909], p. 100-1.

celular, “a célula psíquica é, contrariamente, um fenômeno particular” ⁵⁴⁸. Ele desenvolve esse ponto do seguinte modo:

As células psíquicas propriamente ditas se acham tão somente nos animais superiores, no sistema nervoso central, e aí efetuam de modo exclusivo sob uma forma mais elevada aquelas atividades da alma que, em forma mais simples, eram efetuadas em seu princípio por todas as células. Mas também essas células psíquicas tão altamente desenvolvidas [...] provêm por sua origem [evolutiva] de simples células do mais baixo estágio, que possuíam uma alma psíquica totalmente comum⁵⁴⁹.

A atividade psíquica superior das células especializadas do sistema nervoso é fruto de uma especialização decorrente do processo evolutivo. Tais células presentes nos animais superiores têm, na verdade, sua origem evolutiva a partir de um estágio de simplicidade, isto é, de não especialização das suas funções. Assim, no estágio original, cada célula dispunha da totalidade de suas funções psíquicas. Podemos dizer, contudo, que a supremacia exercida pelas células psíquicas, resultado da extrema divisão de trabalho e da centralização que foram alcançadas ao longo do processo evolutivo, não é absoluta na medida em que ela tem de conviver com um remanescente restrito daquela atividade psíquica geral que a persiste e subsiste em cada célula do organismo: “Cada célula individual [...] guarda *até certo ponto* sua sensibilidade própria e independente e sua vontade própria” (destaque nosso) ⁵⁵⁰. A simplicidade nessa atividade psíquica presente nas células de todo o organismo é marcada duplamente. Primeiro pela primariedade, ou seja, pelo caráter genérico da atividade psíquica das células no seu conjunto, o que remonta aos seus estágios evolutivos originais, e, depois, pelo caráter restrito, já que envolve uma perda de certas funções devido à sua especialização, que ocorre consoante com a própria perda da plena independência original. A convivência desses aspectos contraditórios é possível pelo fato de que as células em geral (não propriamente psíquicas) mantêm apenas um fundo da sua alma genérica original, já que o desempenho de suas atividades especializadas encontra-se submetida à atividade geral do todo orgânico. Podemos, enfim, concluir desses comentários que a unidade da alma orgânica deve-se tanto à centralização e divisão de trabalho quanto à manutenção, em todas as células, da comunidade de uma atividade psíquica geral, dentro de um

⁵⁴⁸ HAECKEL, 1919 [1909], p. 121.

⁵⁴⁹ HAECKEL, 1909, p. 45-6; HAECKEL, 1919 [1909], p. 121.

⁵⁵⁰ HAECKEL, 1919 [1909], p. 121.

determinado nível. Esse último ponto confirma-se ainda pelas declarações de Haeckel segundo as quais, quanto mais nossa investigação desce na escala dos seres, observamos crescentemente o desempenho das funções da alma de modo mais disseminado e menos específico no organismo, a ponto de podermos pensar em funções desenvolvidas sem órgãos e numa alma sem aparato psíquico específico⁵⁵¹.

A última questão que gostaríamos de discutir aqui se refere aos comentários de Haeckel sobre a integração orgânica, nos quais estão envolvidas as já citadas metáforas sociais e políticas. cremos que é possível e relevante analisar, nas suas linhas gerais, as idéias contidas nessas passagens para uma melhor compreensão do nosso ponto. Isso porque, cremos que é possível entrever a partir dessas metáforas a defesa de Haeckel da *existência* de uma efetiva alma que surge a partir de um organismo coletivo. Comparando o fenômeno da unidade da alma (*Einheit der Seele*) em organismos complexos com a vida em sociedade de homens e animais, diz-nos Haeckel:

Não se fala do espírito de um povo, do sentimento público, da vontade nacional? E não se vê por infinitades de exemplos históricos que essa alma do povo, que esse espírito nacional sente e pensa, quer e atua com tanta seriedade como cada homem individualmente? Todo um povo se levanta como um só homem contra a opressão de um déspota e derrota o trono dos tiranos⁵⁵².

Ele prossegue explicando que, na história mundial, verifica-se que “certa forma de pensamento e de vontade” coletiva se manifesta através da “poderosa unidade da idéia”, que consiste efetivamente em que o conjunto de milhões de idéias individuais “esforçam-se igualmente movendo-se numa mesma direção”⁵⁵³. cremos que a noção de atividade comum dirigida a uma mesma finalidade evoca de modo claro aqui a forma pela qual o exercício conjugado das funções coletivas faz surgir nesse meio uma unidade de tipo superior. É relevante observar que Haeckel não identifica simplesmente essa alma coletiva a um governo ou poder central, mas a concebe como disseminada no todo social. Em seus exemplos históricos, ele procura mostrar como essa ação comum pode prosseguir, mesmo quando se encontram “os membros separados do centro”⁵⁵⁴. E podemos dizer ainda que, mesmo quando Haeckel introduz a imagem complementar de

⁵⁵¹ Idem, p. 113 e ss.

⁵⁵² Idem, p. 120.

⁵⁵³ Idem, p. 120, p. 44-5.

⁵⁵⁴ Idem, p. 100.

“monarquia celular”⁵⁵⁵ para enfatizar a centralização psíquica dos animais superiores, ele não está meramente destacando o fato do governo como sede do poder central, mas o fato do *todo* (coletivo) que age como *um*. Que esse é pelo menos um dos sentidos dessa metáfora pode ser verificado pelo contexto do seu uso em outras obras⁵⁵⁶.

Contudo, não podemos nos desviar do fato de que, mesmo nessa obra, as ambiguidades de algumas declarações de Haeckel dificultam o pleno entendimento de sua posição. Ao lado das declarações que reproduzimos acima, vemos, por exemplo, sua afirmação de que “a *aparente* unidade da alma se resolve na soma das almas celulares individuais” (destaque nosso)⁵⁵⁷. Seu valor deve ser aferido no confronto com as demais declarações de Haeckel e com o contexto de sua obra. Reafirmamos nossa visão de que a interpretação de tais passagens depende de associá-las a dois pontos centrais da morfologia de Haeckel. De um lado, a ênfase na *epigênese* como modo de compreender a ontogênese do organismo como uma construção natural em termos morfológicos, cuja progressão gradual dos vários estágios da forma individual pode ser acompanhada através dos estudos tectológicos. Por outro, o destaque à perspectiva evolutiva e biogenética que permite compreender a incorporação e manutenção sucessiva de alterações morfogenéticas sobre uma forma primordial. Dentre outras coisas, isso permite compreender, sem o recurso à teleologia, em que sentido no indivíduo orgânico o *todo* pode ser concebido como precedendo suas *partes*. Esse problema é resolvido em perspectiva filogenética. O *todo* da forma orgânica está virtualmente contido na memória hereditária da célula-ovo, memória por meio da qual ela poderá recuperar os passos evolutivos que conduzem à produção da forma plena, isto é, para Haeckel, o plano da forma anteriormente concebido de modo teleológico pode ser concebido como o plano filogenético contido na memória hereditária do organismo em desenvolvimento. Nos termos de Haeckel, o *todo* formal encontra-se como projeto no *bionte virtual*, isto é, no indivíduo em desenvolvimento, que se atualiza na direção de atingir a forma completa da espécie, tornando-se, ao fim do processo, o estágio pleno da forma individual em termos morfológicos e fisiológicos, isto é, tornando-se um *bionte atual*⁵⁵⁸.

Embora o conjunto de argumentos postos aqui não tenha o valor de uma demonstração inequívoca da validade da interpretação acima proposta do modelo de individualidade de Haeckel, ele nos parece suficiente para indicar sua plausibilidade.

⁵⁵⁵ Idem, p. 95.

⁵⁵⁶ HAECKEL, 1919 [1876], p. 21.

⁵⁵⁷ Idem, p. 120.

⁵⁵⁸ Cf. HAECKEL, 1866, I, p. 369-370, teses de número 36 a 46 referentes à individualidade fisiológica,

Como já observado, os usos da noção de alma empregados por Haeckel, especialmente a visão de duplicidade de natureza da alma que visa mostrá-la presente no elemento e no todo, indicam que na sua visão há uma efetiva alma do todo orgânico e não um mero composto. Não temos dúvidas de que o eventual estabelecimento de tal interpretação depende de maiores investigações da obra de Haeckel e do contexto conceitual em que ela se insere. É claro que diversas ambiguidades de suas afirmações são um dos obstáculos para o desenvolvimento de tal tarefa, além do fato de que certos pontos não se encontram explicitamente formulados. Essas dificuldades, associadas à evidente limitação dos recursos interpretativos de que fizemos uso nesse trabalho, não impediram, cremos, de indicar o seu sentido geral de suas posições quanto a esse ponto.

CONCLUSÃO

Cremos ter atingido nosso objetivo principal de oferecer uma descrição e uma análise crítica do núcleo da teoria da gastrea, a partir das quais é possível constituir um entendimento geral do significado da teoria, da sua estrutura argumentativa e do seu papel na morfologia de Haeckel. Por outro lado, os objetivos secundários auxiliaram na elaboração do quadro conceitual e de problemas em torno dos quais se formulou a teoria da gastrea, bem como de um conjunto importante de questões suscitadas por ela. Do ponto de vista da obra de Haeckel, entendemos que a elaboração da noção de forma gastrular representou um avanço na compreensão geral sobre a natureza das formas orgânicas. A maior precisão dos contornos da noção de forma gastrular representou uma melhor definição geral de forma orgânica. As noções de forma gastrular, de metazoário e de gastrulação formuladas por Haeckel e articuladas pela teoria da gastrea alçaram sua morfologia evolucionista a um novo patamar e, apesar dos questionamentos quanto ao seu valor e significado, foram mantidos e assimilados ao conhecimento biológico posterior como um quadro de referência para o entendimento da natureza animal, das primeiras fases de sua ontogenia e para a classificação filogenética.

Para Haeckel, uma explicação natural sobre as formas orgânicas envolvia a identificação de suas causas, o que só era possível através da busca das leis do desenvolvimento orgânico. Pode-se dizer, por isso, que o desenvolvimento orgânico se expressa por meio do desenvolvimento das formas orgânicas. A impossibilidade de apreensão empírica direta das causas das formas, como também das próprias formas, não se constitui, para Haeckel, em absoluto, na impossibilidade de conceber seu caráter como sendo exclusivamente natural. Indica tão somente que a sua apreensão depende da íntima e correta combinação de observação empírica e reflexão filosófica. Ao lado do postulado do monismo, a teoria evolucionista coloca-se como fundamental nessa perspectiva. O evolucionismo oferece a perspectiva principal para a explicação das formas orgânicas. Haeckel acredita que a base de sustentação teórica e empírica do evolucionismo é amplamente suficiente para a sua aceitação. Na sua concepção, o evolucionismo darwinista encontra o seu fundamento na mesma perspectiva do newtonianismo, no sentido que o primeiro estabelece as leis da forma orgânica a partir do estudo de um amplo conjunto de fenômenos que são reunidos explicativamente segundo poucos princípios. O mecanicismo newtoniano oferecia uma explicação consistente dos fenômenos naturais sem qualquer apelo à teleologia e sem apelar a um

empirismo puro e estéril que simplesmente acompanha as conexões materiais mais imediatas dos corpos físicos. Por isso, para Haeckel a morfologia evolucionista constitui-se justamente na síntese capaz de exprimir as leis que regem as formas orgânicas. A compreensão do estatuto natural das formas orgânicas significava, sobretudo, o entendimento da dinâmica própria do desenvolvimento orgânico ou o modo regular como a vida evolui e as *leis* segundo as quais isso ocorre.

Dentre as questões envolvidas no problema da compreensão das formas orgânicas, há pelo menos duas que se destacam de modo imediato: a questão do surgimento e a questão da recorrência da forma. Isto é, de um lado, a produção ou aparecimento original da forma e, de outro, o reaparecimento da forma por meio da reprodução orgânica, da contínua geração de novos indivíduos que desenvolvem e apresentam a forma da espécie. A solução apresentada por Haeckel na *Morfologia Geral* para o conhecimento da *biogênese* envolvia a articulação da ontogênese e da filogênese, pois ele viu essas duas questões como simétricas. Ele concebeu a *gênese* nos seus dois aspectos correlatos da produção e da reprodução das formas. A criação orgânica é natural porque ela é um aspecto do processo geral do desenvolvimento orgânico, que é expresso tanto na filogênese como na ontogênese. Podemos dizer que esse é o resultado da lei maior da gênese orgânica de Haeckel. Na lei biogenética fundamental, a conjugação causal dos dois grandes ramos da biogênese é o modo pelo qual se pode explicar sinteticamente o desenvolvimento orgânico em geral.

A teoria da gastrea representa uma aplicação consistente de tal perspectiva. Como vimos, a noção de gastrea começou a se delinear nos estudos sobre as esponjas calcárias. Nessas investigações, Haeckel procurou oferecer, tal qual Fritz Müller em relação aos crustáceos, provas da verdade da teoria da descendência. Foi por meio de tais estudos que ele pôde ver delineadas, de modo nítido as causas da geração da forma. Tal nitidez não estava assentada simplesmente nos resultados empíricos fornecidos por essas investigações. Do mesmo modo, não foram também apenas os fatos observados que permitiam recompor a ontogenia geral das esponjas e estabelecer suas afinidades filogenéticas mútuas e, posteriormente, com os animais superiores. Em ambos os casos, os avanços obtidos deveram-se essencialmente ao fato de que os fenômenos foram observados segundo um conceito geral de forma básica dos animais. Tal conceito começou a ser construído pelo autor a partir da *Morfologia Geral*. Foi o complexo esquema teórico construído por ele para a compreensão da forma orgânica que orientou

suas investigações empíricas e permitiu a generalização do conceito de camadas germinativas e a elaboração da noção fundamental de forma gastrular.

Já vimos que a noção de forma gastrular compreendeu uma reformulação parcial do modelo de individualidade de Haeckel. Essa reformulação envolveu a redefinição do conceito de *Person* e o seu deslocamento relativo na escala dos níveis de individualidade. Não precisamos retomar os aspectos promorfológicos e tectológicos que envolveram tal redefinição, mas é relevante recuperar todo o seu alcance. Tal reformulação associada ao conceito de metazoário teve consequências imensas em diversas áreas, desde a compreensão da natureza dos animais, a distinção clara com o grupo dos protozoários, a formulação da hipótese evolutiva de surgimento dos animais, o aumento da compreensão de sua embriologia até a reorganização da classificação filogenética do reino animal.

É igualmente significativo que com a noção de forma básica dos metazoários Haeckel pôde propor a existência da gastrea, como a forma raiz a partir da qual teriam evoluído os metazoários. É verdade que tal proposição foi estabelecida apenas de modo indireto, baseada em sua noção de forma gastrular e em investigações embriológicas, mas esse aspecto da natureza da gastrea influenciou de modo significativo os estudos embriológicos e os ensaios de reconstrução filogenética posteriores. A tudo isso deve adicionar-se ainda a sólida base teórica e empírica oferecida pela teoria da gastrea no apoio e confirmação da lei biogenética e do evolucionismo.

Mas, além disso, gostaríamos de sublinhar com especial relevo que a reelaboração da noção de *Person* baseada na teoria da gastrea e nos estudos com esponjas calcárias envolveu uma redefinição, ou melhor, um aprofundamento teórico da própria noção de individualidade orgânica em geral no interior do pensamento de Haeckel. Partindo dos seus parâmetros da doutrina da individualidade biológica elaborados na *Morfologia Geral*, Haeckel incorporou paulatinamente novos elementos sobre o indivíduo orgânico e o processo de individuação. Um dos pontos importantes desse desenvolvimento estava associado às pesquisas com os protistas em geral, que constituíram um importante foco de interesse de Haeckel durante anos. Sua discussão sobre os diferentes níveis de estruturação dos plastídeos percorreu uma linha descendente em direção aos graus mais baixos de organização dos seres vivos e à máxima simplicidade orgânica. Nesse sentido, a sua distinção inicial entre cítdos e células a partir do distinto nível de estruturação estimulou o seu interesse crescente pelo estudo das moneras em busca das origens do fenômeno vital. Podemos dizer que ele

estendeu, a partir daí, cada vez mais as noções de diferenciação morfológica e estruturação para a compreensão do fenômeno da individuação em seu nível elementar. Como visto, Haeckel havia aplicado tais noções para diferenciar os citados internamente homogêneos das células nucleadas. A seguir, ele pôde aplicar tais noções num nível inferior, estabelecendo a distinção entre as moneras não individuadas e as moneras que, partindo da massa protoplasmática homogênea, constituíram os primeiros indivíduos.

Como defendemos anteriormente (capítulo 3, item 3.4), cremos que Haeckel aplicou essas noções de estruturação e diferenciação como base da individuação dos primeiros animais. No seu modelo de forma gastrular, temos os metazoários, em seu nível elementar, surgindo a partir de um processo de diferenciação dos tecidos celulares, as camadas germinativas como condição para uma estruturação de nível superior. A identificação de Haeckel desse nível específico como representando o primeiro nível da individuação dos animais requereu, além dos seus parâmetros morfológicos anteriores, a aplicação daquela visão de individuação que vimos nas moneras. Não nos parece razoável, como afirmamos a pouco, que os dados empíricos tenham desempenhado o papel principal nessa definição, mas, ao contrário, o aprofundamento do seu modelo teórico. O frutífero modelo de individualidade animal de Haeckel reformado pela teoria da gástrula apresenta, sobretudo, uma expressiva consistência interna em relação aos níveis de individualidade e à distinção entre as dimensões da individualidade. Segundo nossa interpretação desse modelo, a busca de Haeckel por um critério que indicasse qual o nível mais baixo da individualidade animal acima dos unicelulares conduziu-o ao terceiro nível da escala, e não ao segundo, que seria a mais óbvia opção, movido por uma visão que concebia o segundo nível como mera etapa intermediária de estruturação morfológica. A negativa da efetiva individualidade animal a esse nível não se deve apenas a motivos promorfológicos e outras questões de ordem morfológica e embriológica, mas assenta-se, em conjunto com isso, numa interpretação racional da ordem de sucessão e do valor dos primeiros níveis de individualidade. A diferenciação como etapa prévia da estruturação requer a constituição do nível intermediário dos tecidos (segundo nível). Isso se expressa na diferenciação das células em dois tecidos distintos, como etapa prévia estruturação. Essa estruturação posterior, que depende da distinção inicial em dois tecidos, é propriamente a individuação do primeiro animal. Nesse sentido, a descoberta da formação das duas camadas germinativas primárias encontra plena consonância com o modelo vislumbrado por Haeckel para a constituição da forma do primeiro metazoário. Este é o principal motivo para a centralidade atribuída

às camadas germinativas na teoria da gastrea. Para Haeckel, a compreensão da natureza morfológica das camadas germinativas é condição para compreensão da forma gastrular e da formação da gastrea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Obras de HAECKEL:

Em língua alemã:

Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1874.

Die Gastraea-Theorie, die phylogenetische Classification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter. in: *Biologische Studien: Studien zur Gastraeatheorie.* Jena, Hermann Dufft, p. 3-57, 1877 [1873].

Die Kalkschwämme. Eine Monographie. 3 Vol., Berlin, Verlag von Georg Reimer, 1872.

Die Lebenswunder: Gemeinverständliche Studien über Biologische. Stuttgart, A. Kröner, 1904.

Der Monismus als Band zwischen Religion und Wissenschaft. Verlag von Emil Strauss, Bonn, 1893.

Die Perigenesis der Plastidule oder Wellenzeugung der Lebenstheilchen. Berlin, Georg Reimer, 1876.

Die Welträtsel. Berlin, Akademie, 1961 [1899].

Generelle Morphologie der Organismen. 2 Vol. Berlin, G. Reimer, 1866.

Kristallseelen: Studien Über das Anorganische Leben. Leipzig, Alfred Kroner, 1917.

Kunstformen der Natur. Leipzig, Bibliographischen Instituts, 1904.

Monographie der Moneren. *Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft,* Leipzig, Wilhem Engelmann, 4, p. 64-144, 1868.

Natürliche Schöpfungsgeschichte. Berlin, G. Reimer, 1879 [1868].

Ueber der Organismus der Schwämme und ihre Verwandtschaft mit den Korallen. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft und Medicin,* 5, p. 207–35, 1870.

Ueber die Individualität des Thierkörpers, *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft und Medicin,* 12, p. 1–20, 1878.

Zellseelen und Seelenzellen. Leipzig, Alfred Kröner, 1909.

Em língua inglesa:

Evolution of Man. Londres, Watts, 1905 [1874].

Crystal Souls. Studies of Inorganic Life. *Forma*, 14, 9-146, 1999.

The History of Creation. Nova York, Appleton and Company, 1880.

Monograph of Monera. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, IX, London, John Churchill and Sons, p. 27-42, 113-134, 219-232 e 327-342, 1869.

The Gastrea-Theory, the Phylogenetic Classification of the Animal Kingdom and the Homology of the Germ-Lamellae. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 14, p. 142-165, 223-147. 1874 [1873].

- Edição em língua espanhola:

Perigenesis de las plastídulas, in: *El Origen de la Vida*, Buenos Aires, Editorial Tor, 1919 [1876].

Psicologia Celular, in: *El Origen de la Vida*, Buenos Aires, Editorial Tor, 1919 [1909].

- Edições em língua portuguesa:

Enigmas do Universo. Porto, Lello & Irmão, 1961 [1899].

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

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

Monismo, Laço entre a Religião e a Ciência. Porto, Lello & Irmão, 1919 [1893].

Demais referências bibliográficas:

BAER, K. E. *Über Entwicklungs Geschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion*, V. I, Königsberg, Gebrüder Bornträger, 1828.

BIZZO, N. A origem da vida no darwinismo original do século XIX, in: *O que é vida?*, Rio de Janeiro, Relume Dumará, 2001.

BÖLSCHKE, *Haeckel, His Life and His Work*, Philadelphia, George W. Jacob Co., 1903 [1891].

BREIDBACH, O. The conceptual framework of evolutionary morphology in the studies of Ernst Haeckel and Fritz Müller, *Theory in Biosciences*, 124, p. 265-280, 2006.

BRZEZINSKI, M. E. *Teoria Celular: de Hooke a Schwann*. São Paulo, Scipione, 1997.

CANGUILHEM, G. *El Conocimiento de la Vida*, Barcelona, Anagrama, 1976 [1971].

CASSIRER, E. *El problema del conocimiento*, v. IV, Cidade do México, Fondo de Cultura Económica, 1993 [1948].

CHURCHILL, F. B. “The Rise of Classical Descriptive Embryology”, in: *A Conceptual History of Modern Embryology*, org. Scott. F. Gilbert, New York, Plenum Press, 1991.

COLEMAN, W. *La Biología en el Siglo XIX. Problemas de Forma, Funcion y Transformacion*. Cidade do México, Fondo de Cultura Económica, 2002.

CREMER, T. *Von der Zellenlehre zur Chromosomentheorie*. Berlin, Springer-Verlag Heidelberg, 1985.

DARWIN, C. *A Origem das Espécies e a Seleção Natural*. São Paulo, Hemus Novo Século, 2000 [1858].

_____. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, New York, D. Appleton and Company, 1860 [1858].

DI GREGORIO, M. A. *From Here to Eternity: Ernst Haeckel and Scientific Faith*, Vandenhoeck & Ruprecht, 2005.

DUNN, PUGH e HADDOCK Molecular Phylogenetics of the Siphonophora (Cnidaria), With Implications for the Evolution of Functional Specialization *Syst. Biol.*, 54, 6, p. 916–935, 2005

ENGELS, *Anti-Dühring*. Chicago, Charles Kerr, 1907 [1878]

GILBERT, S. *Biologia do Desenvolvimento*. Ribeirão Preto, FUNPEC, 2003.

GOETHE, J. W. *Teoría de la Naturaleza*. Madrid, Tecnos, 1997.

_____. *Máximas e Reflexões*. Rio de Janeiro, Editora Forense Universitária, 2003.

HERING, E. Memory as a General Function of Organized Matter (1870), in: *Memory, Lectures on the Specific Energies of the Nervous System*, Chicago, London, Open Court Publishing Company, 1913.

HOLMES, S. J. Micromerism in Biological Theory, *Isis*, 39, 3, p. 145-158, 1948.

JAHN, I. (org.) *História de la Biología*. Barcelona, Labor, 1990 [1985].

KANT, I. *Crítica da Faculdade do Juízo*. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1995.

- LENOIR, T. *The Strategy of Life: Teleology and mechanics in Nineteenth Century German Biology*, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1982
- LEYS, S. P. & EERKES-MEDRANO, D. Gastrulation in Calcareous Sponges. Search of Haeckel's Gastrea. *Integrative and Comparative Biology*, 45, p. 342-351, 2005.
- LOVEJOY, A. O. *A Grande Cadeia do Ser*, São Paulo, Palíndromo, 2005 [1936].
- MAYR, E. *Desenvolvimento do Pensamento Biológico*, Brasília, UNB, 1988.
- MEYER, A. W. Some Historical Aspects of the Recapitulation Idea. *The Quarterly Review of Biology*, 10, 4, p. 379-396, 1935.
- MÜLLER, F. Für Darwin. In: *Principia Taxonomica*, vol. VII, La Taxonomia Evolutiva, Nelson Papavero e Jorge Llorente-Bousquets, Mexico, UNAM, 1996.
- _____. *Für Darwin*, Leipzig, 1864.
- _____. *Facts and Arguments for Darwin with additions by the author*. Londres, John Murray, 1869.
- NEEDHAM, J. *Chemical Embryology*, Vol. I. Cambridge, UP, 1931.
- NORDENSKIÖLD, E. *Evolución histórica de las ciencias biológicas*, Buenos Aires-México, Espasa-Calpe, 1949.
- PAPAVERO, N. e LLORENTE-BOUSQUETS, J. *Principia Taxonomica*, vol. IV, La Taxonomia Evolutiva, Mexico, UNAM, 1994.
- _____. *Principia Taxonomica*, vol. VII, La Taxonomia Evolutiva, Mexico, UNAM, 1996.
- PAPAVERO, N.; LLORENTE-BOUSQUETS, J. (Org.). *Historia de la biología comparada, con especial referencia a la Biogeografía: Del Génesis al Siglo de las Luces*, México, D. F., v. 8, 2007.
- RADL, E. M. *Historia de las teorías biológicas*, 2 vol., Madrid, Alianza, 1988 [1913].
- RAMOS, M. Notas e comentários, in: *A "Protogaea" de G. W. Leibniz (1794), uma teoria sobre a evolução da terra e a origem da vida e a origem dos fósseis*, São Paulo, Plêiade, 1997.
- RICHARDS, R. J. *The romantic conception of life*, Chicago, UC Press, 2002.
- _____. *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, p. 249-275, 1981.

RUSSELL, E. S. *Form and function*. Londres, John Murray, 1916.

SHUMMAY, W. The recapitulation Theory. *The Quarterly Review of Biology*, 7, 1, p. 93-99, 1932.

SIMONDON, G. *La Individuación a la Luz de las Nociones de Forma y de Información*. Buenos Aires, Ediciones La Cebra y Editorial Cactus, 2009 [1958].