

DARWIN: A ÁRVORE DA CONTINGÊNCIA (DO CADERNO B À CONCLUSÃO DA 1A EDIÇÃO DA ORIGEM DAS ESPÉCIES)

Michael A. Soubbotnik
Université UPEM-LISAA EA4120
UFES-PPGHIS

É interessante contemplar o emaranhado de uma ribeira revestida de muitas plantas dos mais diversos tipos, com aves cantando nos arbustos, com insetos esvoaçantes e com vermes rastejando pela terra úmida, e refletir que essas formas de construção elaborada, tão diferentes entre si e dependentes umas das outras de modo tão complexo, foram todas produzidas por leis que atuam em nosso redor. Essas leis, no sentido mais lato, são o Crescimento com Reprodução ; a Hereditariedade, que é quase envolvida na reprodução ; a Variabilidade resultante da ação direta e indireta das condições externas de vida e do uso e desuso ; um Aumento proporcional da População bastante elevado para levar à Luta pela Vida e tendo por consequência a Seleção Natural que provoca a Divergência de Caráteres e a Extinção das formas menos aperfeiçoadas. Deste modo, é a partir da guerra da natureza, da fome e da morte que surge diretamente o objeto mais elevado que podemos conceber, isto é a produção dos animais superiores. Há uma grandiosidade inerente a esta visão da vida com seus vários poderes inicialmente insuflados a algumas formas senão a uma só; e ao fato que enquanto este planeta não parava de percorrer o seu ciclo de acordo com a lei imutável da gravitação universal, a partir de um começo tão humilde foram desenvolvidas e continuam a desenvolver-se uma quantidade infinita de formas do mais belo e maravilhoso que há. (DARWIN, 1859, cap. XIV, Conclusão)

Esse texto famoso, que constitui o *excipit* da *Origem* desde a sua primeira edição de 1859 servirá de introdução, o nosso objetivo sendo investigar como Darwin chega a esse ponto a partir dos *Cadernos* dos anos 1837-1838, e como esse parágrafo conclusivo exprime, sob essa forma quase lírica, um tanto pré-rafaelita, suas opções epistemológicas.

1. Cadernos (1). Darwin vs Quintarianismo

Entre o fim do ano 1836, data da sua volta a Inglaterra depois de seu périplo de 5 anos a bordo do *Beagle*, e 1844, data da redação do segundo dos dois *Ensaios* que foram publicados por seu filho Francis em 1909 (DARWIN, 1909), Darwin rabiscou uma quantidade considerável de notas em cadernos que agrupou subsequentemente sob títulos gerais. Dois trazem o título de “Geologia”⁸²; nada menos que nove são intitulados “Sobre a transmutação das espécies”⁸³; quatro, enfim, são “conectados com pesquisas metafísicas”⁸⁴. De leitura difícil do ponto de vista da grafia e do sentido, sendo muitas vezes desprovidas de sintaxe ou interrompidas no meio de uma frase, essas notas formam um forte contraste com a escrita caprichada das obras destinadas à publicação. Seguindo o fluxo do pensamento de Darwin, os cadernos proporcionaram a Darwin uma “perlaboração” constante, aberta e versátil de suas leituras, observações, experiências e sobretudo de seus questionamentos, contendo em suma um verdadeiro “programa de pesquisa”⁸⁵ sobre a “transmutação” das espécies. Darwin desenvolveu esse programa ao longo da sua obra inteira, desde *A Origem das espécies* até *A expressão das emoções*.

Antes de examinar os textos do *Caderno B* onde a expressão “árvore da vida” aparece com as suas primeiras traduções gráficas, devemos antecipar um pouco e consultar os *Cadernos C* e *D* onde a crítica de Darwin ao sistema “quintariano” (*quinarian*) de taxonomia foi mais amplamente desenvolvida. De fato, o esquema em árvore do *Caderno B* com o “transmutacionismo”, como diz Darwin, que ilustra, participam dessa crítica.

O principal iniciador da taxonomia “quintariana”, particularmente popular na Inglaterra da primeira metade do século XIX, foi William Sharp MacLeay (1792-1865), cuja obra *Hora Entomologicae*, publicada entre 1819 e 1821, Darwin comentou amplamente nos *Cadernos*, em entradas correspondendo muitas vezes com anotações marginais no seu exemplário do livro. Darwin menciona também o

⁸² A e Glenroy Notebook

⁸³ B, C, D, E, Torn Apart Notebook, Summer 1842, Zoology Notes, Edinburgh Notebook, Questions and Experiments

⁸⁴ M, N, Old and Useless Notes, Abstract of Macculloch

⁸⁵ conforme a expressão de Herbert e Kohn na introdução da sua monumental edição dos *Cadernos* (DARWIN, 1988, p. 9)

Tratado da geografia e da classificação dos animais (1835) e *Sobre a história natural e a classificação das aves* (1836-1837) de William John Swainson (1789-1855), maior propagandista da teoria de MacLeay, assim como um artigo sobre as aves da Austrália e os princípios da classificação delas, publicado por Nicholas Aylward Vigors (1785-1840) em 1827.

Os termos “quintarianismo” (*quinarianism*), “quintariano” (*quinarian*), provêm de que segundo a teoria, cada *táxon*⁸⁶, de qualquer nível seja, divide-se *naturalmente* em cinco subgrupos, como no esquema de Vigors do *táxon* “Aves” (fig. 1)⁸⁷. Além disso, os *taxa* podem ser representados em círculos e círculos de círculos, geralmente com os *taxa* mais *perfeitos* em cima. Os círculos representam o fechamento da ordem natural a cada nível taxonômico.

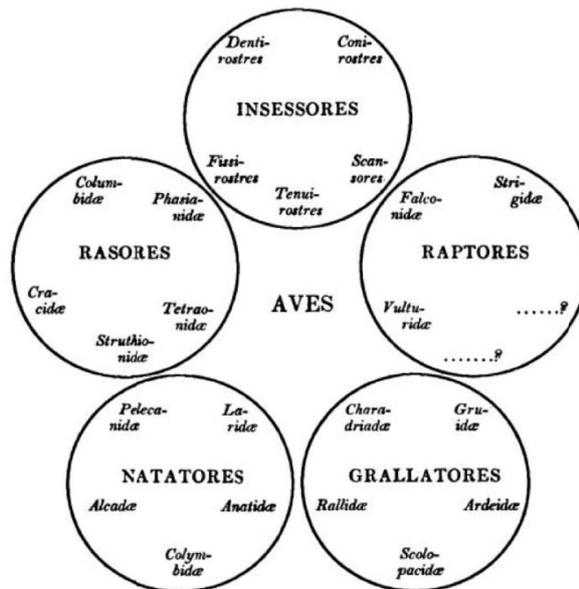


Figura. 1 Esquema de classificação das aves de Vigors.

Na fig. 1, podemos ver dois pontos de interrogação no círculo dos raptos. Correspondem a dois *taxa* de aves de rapina que “ainda não foram descobertas”. *Taxa* dentro de um círculo ou ao ponto tangencial de dois círculos apresentavam “afinidades”, como entre os *strigidæ* (corujas) e os *fissirostres* (todas as aves cujo bico apresenta uma fenda profunda). O sistema identificava também *analogias* especificando relações entre os itens de círculos diferentes. Swainson escreve assim que

⁸⁶ Do grego. Um *táxon* é uma unidade taxonômica qualquer; plural (neutro) *taxa*

⁸⁷ Os “incessores” são aves capazes de empoleirar-se; os grallatores têm patas que lhes permitem andar em águas baixas e os rasores são aves como galinhas e pombas

1° [...] cada série natural de seres vivos, em seu progresso a partir de um ponto dado, volta ou manifesta uma tendência a voltar para este ponto, descrevendo assim um círculo.

2° As divisões primárias de cada grupo somam [...] aparentemente cinco.

3° O conteúdo de cada grupo circular é simbolicamente (ou analogicamente) representado pelo conteúdo de todos os demais círculos do reino animal.

4° As divisões primárias de cada grupo caracterizam-se por definidas particularidades de forma, de estrutura e de economia que cobrem uniformemente o reino animal inteiro através de várias modificações. Devemos portanto considerar essas divisões como os tipos primários da natureza. (SWAINSON, 1835, p. 224-225)

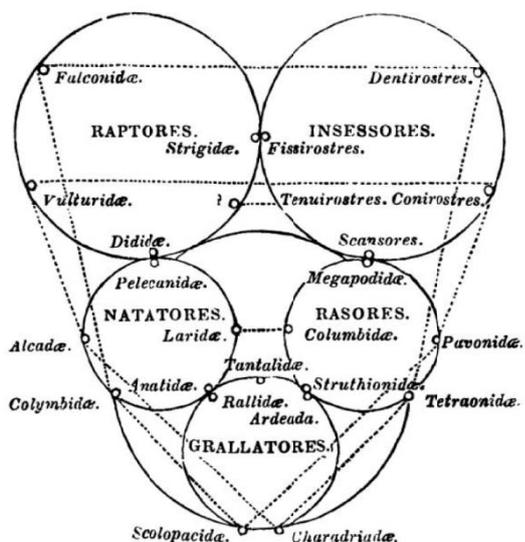


Figura. 2 Esquema de classificação das aves de Swainson mostrando as “afinidades” nos pontos tangenciais dos círculos e as “analogias” em linhas pontilhadas. (Sl. 6)

Ordens dos <i>Ptilota</i>	Analogias	Classes dos <i>Vertebrata</i>
LEPIDOPTERA	Asas extremamente desenvolvidas	AVES
HEMIPTERA	Asas imperfeitas ou ausência de asas	QUADRÚPEDES
HYMENOPTERA	Cauda frequentemente armada de um ferrão	RÉPTEIS
COLEOPTERA	{Muito imperfeitos no seus círculos respetivos}	ANFÍBIOS
NEUROPTERA	Preeminentemente aquáticos	PEIXES

Figura. 3 Tabela de Swainson mostrando as analogias entre as cinco ordens de insetos e as cinco classes de vertebrados

A propósito dos vertebrados, Swainson afirmava reconhecer cinco grupos definidos por um desenho anatómico comum: peixes, anfíbios, reptéis, aves e mamíferos; o problema era que esses grupos deviam ao mesmo tempo representar um caminho ascendente e um círculo fechado. Swainson resolve o problema explicando que a ligação entre os membros de cada dupla é uma forma intermediária que apresenta relações de afinidades com ambos: os peixes são ligados aos anfíbios pelos girinos,

os anfíbios aos répteis pelas rãs adultas, os répteis às aves pelo pterodátilo, as aves aos mamíferos pelo ornitorrinco. Os mamíferos sendo ligados aos peixes pelas baleias, o caminho do progresso ando dos peixes aos mamíferos fecha-se em um círculo. A sua vez, este círculo dos vertebrados está ligado a outros círculos de vários níveis por meio de relações de analogia relacionando os grupos que ocupam posições semelhantes.

Apesar de estarem supostas ter sido construídas a partir de dados empíricos, essas relações não passam de justificações frágeis da construção teórica. Por exemplo, Swainson ordena todos os animais em um grande círculo de *Radiata* (equinodermos e relacionados), *Acrita* (protozoários e outras criaturas “simples”), *Testacea* (moluscos), *Annulosa* (vermes segmentados, insetos e crustáceos) e *Vertebrata*. As relações analógicas com os vertebrados são forçadas: mamíferos são ligados com os vertebrados porque ambos são os mais perfeitos de cada círculo, os peixes com os *radiata* porque ambos são aquáticos, os anfíbios com os *acrita* porque são mais polimorfos do que qualquer outros, os répteis com os moluscos porque vermes rastejam como as cobras, aves com os *annulosa* porque insetos também voam. Darwin não deixa de notar que os quintarianos nunca fornecem critérios rigorosos para decidir se tal ou tal relação seja de afinidade ou de analogia. Como comenta, citando McLeay entre aspas:

“O arranjo natural dos [...] animais é a questão a ser debatida”. Ora, *arranjo natural*, o que é?– afinidades, o que são? grau de semelhança – como avaliar grau, quando nenhuma escala de valores ou diferenças está, nem pode estar, definida?– acho *afinidade* pode ser tomada literalmente, porém duvidoso podermos bem apreender a relação real sem termos muito conhecimento.– Vai depender da descoberta dos caracteres que variam mais facilmente e daqueles que não variam – formando a base das divisões principais [...] (*Notebook D 51*)

Notamos aqui que, ao sugerir de partir da variação, Darwin inverte o ponto de vista metodológico de McLeay e situa-se no terreno genealógico: a variação é que permite apontar o invariável. As decisões metodológicas de MacLeay o de Swainson estavam condicionadas pela vontade de manter a imutabilidade e a inteligibilidade dessa “grande cadeia” (circular) dos seres. “O plano de arranjo de MacLeay”, Darwin nota, depende dos órgãos considerados importantes em razão inversa da sua variabilidade” (*Notebook D 50*)

O sistema quintariano apresenta muitas semelhanças com a taxonomia de Lorenz Oken. Darwin provavelmente leu alguns artigos de Oken que estavam na biblioteca de bordo do *Beagle*. Ele menciona a tradução inglesa do *Lehrbuch der Naturgeschichte* (“Manual de História Natural”) em 1838 no seu caderno de *Livros para ler ou lidos*. O sistema de Oken remetia à *Naturphilosophie* (filosofia da natureza) alemã e o quintarianismo à *natural theology* (teologia natural) inglesa onde cada um encontrava o seu quadro de pensamento. Todavia, o problema era essencialmente o mesmo em ambos os casos: tratava-se de conciliar dois princípios aparentemente opostos mas considerados igualmente necessários. Segundo o primeiro, os animais apresentavam uma série *única* cuja complexidade crescente era definida pela adição sucessiva de órgãos. O segundo princípio enfatizava a existência de analogias significativas na natureza, cada sequência taxonômica imitando e refletindo todas as outras (por exemplo, os mamíferos repetiam o esquema da natureza inteira em uma outra escala). O problema era então de encontrar o princípio imutável e estrutural da ordem natural sem comprometer a unidade fechada da natureza manifestando-se através da rede profusa das analogias e das afinidades. As estruturas geométrica (o círculo) e aritmética (a repetição do número cinco) resolvem o problema, funcionando um pouco como metonímias da racionalidade.

2. Os Cadernos (2). Árvore darwiniana vs “série ramosa” lamarckiana

A primeira menção por Darwin de uma figura que pode ser assimilada a uma árvore encontra-se no “Caderno B”,⁸⁸ iniciado no mês de julho 1837, segundo a estimativa de Darwin quando, um ano depois, abrindo o “Caderno D”, decidiu datar as entradas de seus cadernos anteriores. O “Caderno B” foi o primeiro inteiramente dedicado à “Transmutação das espécies”. Lemos na página 21:

os seres organizados representam uma árvore. *irregularmente ramificada* alguns ramos mais ramificados.– Daí Géneros.– « tanto brotos terminais morrendo quanto novos sendo gerados » (*Notebook B 21*)

Como já enfatizamos, Darwin escrevia as suas notas rapidamente, sem sempre construir as suas frases nem se preocupar muito de corrigir os pensamentos que lhe ocorriam; não se deve, então, dar uma importância exagerada à formulação

⁸⁸ DAR 121 (DAR remete aos Darwin Archives da Libreria da Universidade de Cambridge. O número designa o volume de manuscritos e um segundo número pode designar o fôlio)

detalhada numa nota como se ela exprimisse uma reflexão bem dominada e elaborada. Entretanto, não podemos deixar de notar a inversão entre representante e representado na expressão “os seres organizados representam uma árvore” onde esperava-se que a árvore representasse os seres organizados. Intencional ou não, essa troca das instâncias da representação exprime sintomaticamente o caráter ontológico (e não simplesmente metodológico) do que está em jogo para Darwin (e seus contemporâneos) na escolha duma representação gráfica das relações entre os vários *taxa*. Darwin formula assim a hipótese seguinte

Será que ha uma tripla ramificação na árvore da vida devida aos três elementos ar, terra & agua, & o esforço de cada “uma” classe típica de estender seu domínio aos outros domínios. & subdivisão mais três, arranjo duplo. –

[24] se cada ramo principal da árvore ser adaptado a estes três elementos, haverá alguns pontos de afinidade em cada ramo. (*Notebook B* 23-24)

E, como se, tendo falado de “pontos de afinidade” entre *taxas* de animais aéreos, aquáticos e terrestres em termos de adaptação, precisasse afastar-se da “grande cadeia dos seres”, Darwin acrescenta:

?Não precisamos pensar que peixes e pinguins passam realmente uns nos outros (*Notebook B* 25)

A árvore de vida deveria talvez chamar-se o coral da vida, base dos ramos morta; então não se dá para ver as passagens.– isso oferece mais uma vez [26] contradição à sucessão constante de germens em progresso.– “não, mas apenas torna-a excessivamente complicada”



Será que assim peixe se pode rastrear até organização simples.–
aves– não



(Caderno B

25-26)

Como vemos, Darwin constrói um esquema com uma tripla ramificação correspondendo aos três elementos ou “domínios” dos seres vivos. Cada ramo principal se ramifica também em três ramos conforme uma espécie herdeira permanece no mesmo meio do que o ascendente, ou se adapta a um ou outro dos

demais elementos. Darwin queria principalmente basear uma refutação transformista do sistema quintariano sobre a ideia de que os três ambientes fundamentais (ar, água, terra) providenciam as condições de uma formação “essencialmente” ramificada das espécies⁸⁹.

Entretanto, do ponto de vista, “transformista” a suposição de uma triplicidade inicial e de adaptações ou não adaptações subseqüentes aos vários meios afasta o transformismo de Darwin da “*série rameuse*” (série ramosa) de Lamarck:

Apenas aqueles que se preocuparam forte e longamente com a determinação das espécies e consultaram coleções abundantes podem saber até que ponto as espécies [...] formam uma continuidade e ter certeza que, onde observamos espécies isoladas, isto é assim porque faltam outras espécies vizinhas que ainda não recolhemos.

Não quero dizer que os animais existentes formam uma série simples e uniformemente matizada; digo que formam uma série ramosa, irregularmente graduada, mas sem descontinuidade nas suas partes ou, ao menos, que não a teve sempre [...]. Decorre que as espécies que se encontram na ponta de cada ramo do conjunto da série se matizam do outro lado com espécies vizinhas. (LAMARCK 1907, *Discours d'ouverture de l'an VIII*, p. 96)

Invocando a série, Lamarck não o fazia ao modo de Charles Bonnet apoiando-se sobre as espécies como sobre uma base invariável. Lamarck, ao contrário, deseja quebrar a supremacia da espécie, que não passa para ele de um artifício conveniente. Em 1802, Lamarck deu a seus alunos o seguinte conselho:

[...] nunca esqueçais que todas essas divisões de que não podemos abrir mão são fictícias e que a natureza não admite nenhuma. (LAMARCK 1907, *Discours d'ouverture de l'an XI*, p. 86)

Mais ainda, a espécie não desempenhava papel algum na série. Essa última Lamarck baseava sobre a noção de *masse* (massa), que tomava como unidade de organização⁹⁰. Essa unidade a sua vez consistia em relações dentro dos organismos e entre os organismos. Lemos no *Discurso de abertura do ano VIII* que se tratava “de uma série quase regularmente graduada nas massas principais, como as grandes famílias » (LAMARCK 1907, p. 29). Ela estabelecia-se a partir do critério do “mais perfeito”, aquele que conhecemos melhor, o critério dos vertebrados e, dentro dos vertebrados, do homem. Do ponto de vista da sua unidade, então, a série estava fixa e, do ponto de vista da sua inteligibilidade, andava do mais ao menos perfeito,

⁸⁹ Cf. por exemplo *Caderno B* 45-46

⁹⁰ a organização é a marca do ser vivo, a grande palavra das ciências naturais da virada do século XIX

do homem ao animálculo. Bastava inverter a série para encontrar o ponto de vista da transformação:

Eu retomo agora o exame da escada animal e digo que quando subimos essa escada a partir do animálculo com a organização mais simples e as faculdades mais pobres, até o animal mais rico em faculdades e organização, seguimos os passos da natureza na formação de todas as suas produções vivas. (LAMARCK 1907, *Discours d'ouverture de l'an X*, p. 71)

Aqui, a metáfora da *escada*, muito frequente em Lamarck, se sobrepõe ao caráter “ramoso” da série. Essa sobreposição na representação, porém, não impede que a série seja interferida pela proliferação de formas secundárias, de modo que não podemos saber se os seres que encontramos pertencem ao próprio eixo da série ou às modificações produzidas pelas “circunstâncias”⁹¹. As circunstâncias são responsáveis por “irregularidades”, “anomalias” ou “desvios”. A questão da “adaptação” (que Lamarck ele mesmo nunca chama assim) encontra aqui seu lugar. Não é possível discutir da “adaptação” lamarckiana em detalhe dentro do espaço de que dispomos aqui. Só poderemos enfatizar alguns pontos.

Chamamos “adaptação” no caso de Lamarck, um conjunto de operações estabelecendo entre o organismo e as condições e circunstâncias internas e externas uma forma de “ajuste” regulada por um tipo qualquer de mecanismo. Nesse sentido, a adaptação é impossível ao nível da série. Grande eixo da escada dos seres, ela é, por definição, o que não se adapta. Ao mesmo tempo, a série não pode parar nem ser destruída em presença duma circunstância impedindo o desenvolvimento dela desde a forma mais simples até a mais complexa. Portanto, e isso é uma característica fundamental da vida segundo Lamarck, a série contém em si mesma os meios de deformar-se, de alterar-se para continuar seu progresso, ao preço de tornar-se “ramosa”.

Para entendermos melhor quanto longe este tipo de “adaptação” está da adaptação *stricto sensu* que encontramos em Darwin, precisamos reconhecer a importância duma frase do *Caderno B* que segue imediatamente o trecho citado sobre os seres organizados que “representam” uma árvore: “Não tem nada de mais esquisito na morte das espécies do que [naquela] dos indivíduos” (*Notebook B* 21). Ora,

⁹¹ cf. LAMARCK 1907, *Discours de l'an VIII*, p. 27-28 e *passim*; *Recherches sur l'organisation des corps vivants*, Partie I

sabemos da hostilidade de Lamarck contra a tese do desaparecimento das espécies que, segundo ele, contraria a “economia do universo”. Inversamente, Darwin não faz diferença de principio entre a morte das espécies e a morte dos indivíduos: uma adaptação defeituosa ou menos sucedida faz com que espécies desaparecem. A extinção e sua significação pela teoria que Darwin começa a elaborar está presente desde esse momento inicial como um elemento constitutivo da representação arborescente:

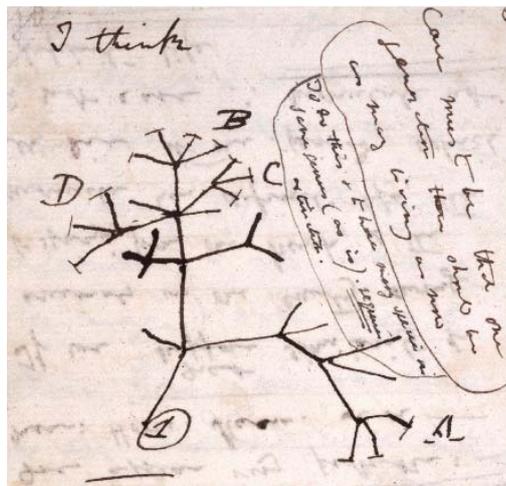


fig. 4

Acho

Caso é que uma geração deveria ter tantos vivos quanto atualmente
Para isso & para haver muitas espécies no mesmo gênero (como atualmente). é preciso extinção

Assim entre A. & B. imenso vazío de relação. C & B. a gradação a mais fina, B & D uma distinção um tanto maior

Assim seriam formados os gêneros.— em relação

[37] a tipos antigos.— com várias formas extintas, pois se cada espécie “uma antiga” pode fazer, 13 formas recentes.— Doze das contemporâneas não devem ter deixado nenhuma descendência, para manter constante número espécies.—

Diz respeito a extinção, podemos ver claramente que a variedade de avestruz Petise pode não ser bem adaptada e desaparecer completamente, ou de outro lado como *Orfeus* [*Mimus Polyglottos Orfeus*]. Sendo favorável [38] muitos podem ser produzidos. (*Notebook B* 36-38)

Se considerarmos que o uso ou não uso de um órgão, elemento crucial do transformismo de Lamarck, não depende simplesmente de um “sentimento interior”⁹² sem a mediação da necessidade, do esforço ou da ação que dependem duma causalidade físico-química solicitada por “circunstâncias” exteriores, poderemos

⁹² No *Discours de l'An III*, Lamarck explica que os três tipos de órgãos mais essenciais à vida dos animais são « 1° os órgãos da respiração, 2° aqueles que propiciam a circulação ou o movimento dos fluidos, 3° aqueles, enfim que constituem o sentimento » (p. 37)

dizer que as circunstâncias externas e as internas *transformam* o organismo. A “vida” tem essa propriedade de produzir respostas à excitações exteriores que superam e ultrapassam os problemas que as solicitações colocam. Inversamente, a adaptação darwiniana provém de variações *do ser vivo* sem intervenção dele; o valor adaptativo é aleatório e não se oferece a predição, somente a uma explicação *post factum*.

Esses aspectos opostos do transformismo de Lamarck e de Darwin e a diferença entre uma árvore (ou um coral) e uma “série ramosa” são solidários. Desde a primeira aparição da imagem da árvore nos *Cadernos*, Darwin não a construíra como uma série ramificada mas como um conjunto de ramificações. Portanto, as afinidades necessitam ser pensadas diferentemente. Na “série ramosa” de Lamarck⁹³, as afinidades são funcionais; na árvore ou no coral de Darwin elas são *herdadas*. Isso explica por que as baleias não são peixes e os pinguins e os peixes não “passam uns nos outros” como seja um esquema transformista em forma de série ou de escada, seja uma teoria fixista de tipo “quintariano” o tornariam possível. O sugerido “coral da vida” reforça essa concepção de Darwin, já que no coral “as passagens não se dão para ver”. Já no ano 1837, então, a significação da metáfora da árvore (o do coral) da vida apareceu bastante clara para Darwin. Era uma metáfora taxonômica que mantinha firme o conceito de espécie, uma metáfora genealógica que representava as afinidades duma maneira completamente diferente do quintarianismo, uma metáfora, enfim, do desenvolvimento da vida e da adaptação do ser vivo..

3. Rumo ao diagrama do capítulo 4 da *Origem*. O problema da divergência

Chegamos ao famoso diagrama do fim do capítulo 4 da *Origem*, a única ilustração e o objeto do comentário proporcionalmente mais estendido da obra. Apesar do diagrama ter sido assimilado a uma árvore da vida (enquanto está bem mais semelhante aos corais dos *Cadernos*) a sua função principal não é de ilustrar a evolução em geral nas suas ramificações, mas de providenciar um instrumento de explicação do princípio de divergência enquanto princípio distinto da seleção natural.

⁹³ Veja o *Discursos do Ano VIII*

Tal que formulada conforme a intuição malthusiana de 1838, a seleção natural era um princípio de mudança dentro das linhagens filéticas. A seleção natural podia assim explicar, sem finalidade nem “vontade própria” ou “tendência ao ajuste” da parte do organismo, a adaptação às condições bióticas e abióticas locais. Mas essa explicação não dava conta dos fenômenos de diversificação e de fracionamento da descendência de uma linhagem em *taxa* diferentes. Além disso, Darwin procurava uma explicação a mais unificada possível de fenômenos como o preenchimento de um habitat dado, os modelos filogenéticos de ramificação, a estrutura hierárquica da taxonomia etc.) que não dependiam da adaptação mas que remetiam ao fato da diversificação. O destino dessas questões dependia estreitamente da solução do “problema da divergência”. Na sua “Autobiografia”, Darwin recordava ter cuidado desse problema bem depois da sua mudança para Down no meio do mês de setembro 1842.

No mês de outubro de 1838, isto é, quinze meses depois do início da minha pesquisa sistemática, aconteceu que, para me distrair, eu li o livro de Malthus sobre a *População*, e estando bem preparado para entender a luta pela existência através duma observação longa e continua dos animais e das plantas, ocorreu-me repentinamente que, nessas circunstâncias, variações favoráveis teriam uma tendência a manter-se e as desfavoráveis a desaparecer. O resultado disso seria a formação de novas espécies. Ao menos, eu tinha aqui uma teoria a partir de que eu poderia trabalhar; porém, estava tão preocupado em evitar preconceitos, que decidi nem escrever um curto esboço dessa teoria. No mês de junho de 1842 me permiti pela primeira vez a satisfação de escrever, com um lápis, um muito *Breve Resumo* de 35 páginas da minha teoria; este foi ampliado até 230 páginas durante o verão de 1844. Eu tenho ainda uma boa cópia do manuscrito.

Na época, porém, omiti considerar um problema de grande importância; e eu me surpreendo com esta omissão do problema e da sua solução, a menos que tivesse sido um exemplo do princípio do ovo de Colombo. Trata-se da tendência dos seres orgânicos que pertencem à mesma linhagem a divergir em caracteres a medida que se modificam. A forma com que podemos classificar todos os tipos de espécies sob gêneros, gêneros sob famílias, famílias sob subordens e subordens sob ordens, evidencia claramente o tamanho das divergências que ocorreram; e posso recordar o lugar exato na estrada onde a solução [121] surgiu na minha mente, causando tanto alegria; isso aconteceu longo tempo depois da minha mudança para Down. A solução, creio, é que os descendentes modificados de todas as formas dominantes cuja população cresce, têm uma tendência a adaptar-se a um grande número de lugares extremamente diversificados dentro da economia da natureza. (DARWIN 1887, p., 120-121)

Darwin desenvolveu a sua pesquisa sobre o princípio de divergência entre 1845 et 1859, período da redação do manuscrito *Natural Selection* e do livro *A origem das espécies*. Apesar do princípio de divergência ser uma aplicação do princípio da seleção natural, não se encontram textos significativos sobre o assunto no decorre

imediatamente da descoberta da seleção por Darwin em 1838, fora de algumas linhas no *Caderno E*:

O número enorme de animais no mundo depende da variedade e da complexidade das estruturas deles; – ora, a medida que as formas se complicaram, elas abriram novos meios de acrescentar a sua complexidade. (*Notebook E 95*)

Por que Darwin omitiu considerar o problema da divergência? Em 1844, ele pensava que a variação hereditária dependesse de uma mudança geológica extremamente lenta. Tinha portanto de conceder que havia muito pouca variabilidade na natureza. Assim, o primeiro parágrafo do segundo capítulo do *Ensaio* de 1844 começa com a afirmação de que a “maior parte dos seres organizados no estado de natureza variam excessivamente pouco” (DARWIN 1909, p. 82). Porém, tal postulado limitava o âmbito da seleção natural. Parece que Darwin vislumbrara o problema colocado pela variabilidade limitada e a dificuldade de resolvê-lo, já que escreveu :

O grau de variação hereditária é extremamente difícil de determinar, porque os naturalistas (em parte por falta de conhecimento, em parte por causa da dificuldade intrínseca do assunto) não concordam sobre a questão de algumas formas serem espécies ou raças. (DARWIN 1909, p. 82)

Darwin enfrentou o problema fazendo uma pesquisa de taxonomia quantitativa e redigindo uma monografia sobre as variações dos Cirripedia no ano 1851 (DARWIN, 1851). Importa, nas monografias de 1851 e 1854, o fato de Darwin ter tomado conta das suas observações de variações *individuais* em um número significativo de casos. Darwin convenceu-se *empiricamente* da amplitude da variabilidade natural. As observações resgatavam o princípio da seleção natural e abriam caminho ao princípio de divergência. Depois do acabamento da segunda monografia sobre os Cirripedia, Darwin retomou os estudos sobre as espécies de um ponto de vista novo. Em primeiro lugar, o enfoque agora era nas novas espécies em formação em regiões “contínuas” apresentando ambientes diversas. Em segundo lugar, Darwin renunciou à hipótese de que a formação de isolados geográficos fosse necessária para a divergência ocorrer num táxon:

Se a região sustentar tanto *Compositae*, qualquer gênero que mostrou sua adaptação produzirá provavelmente mais formas.
[Aqui surge sem dúvida a questão de até que ponto o isolamento é necessário; pensei que fosse mais necessário do que os fatos parecem mostrar..] (DAR 205.9: 303-304)

Ainda mais: Darwin percebeu que a resolução do problema exigia a posição de um princípio explicativo específico. “Caso contrário”, escreveu, “não podemos mostrar que há uma “tendência a divergir” [...] nos descendentes em todas as classes” (DAR 205.5: 149). Na frase antecedente, ligava a busca de um princípio explicativo às observações de terreno, sendo “indispensável mostrar que em áreas pequenas e uniformes, há muitos gêneros e famílias” (DAR 205.5: 1). Para mostrar isso, Darwin contou as espécies vegetais num campo (*the Great Pucklands*) a fim de medir a diversidade de uma área dada. Por outro lado, começou em novembro de 1854, um trabalho de aritmética botânica, procurando uma articulação quantitativa entre divergência e modelo continental (i.e. sem isolados) de especiação. Pouco a pouco, Darwin identificou os grupos em extinção e os grupos “ricos” em evolução, relacionando ambos às condições locais, a fim de determinar o “*locus*” da especiação.

Em 1855, Darwin definiu um modelo experimental: um pedaço de terreno de alguns decímetros quadrados:

Julho. 18 /1855 — Em Sandwalk Wood nesta primavera arbustos espinhosos cresceram enquanto as folhas apenas brotavam — Nenhuma mostarda-dos-campos crescendo por causa das ervas daninhas — Nov. em 3 lugares, cada um muito pouco maior do que a palma da mão, descobri em um, 6 plantas, em um outro, 3 e no ultimo, 1 (virou muito frio.—) Ora, campo cultivado há uns 15 anos mas separei essa parte em plantei e no fim do outono virou uma massa espessa e enredada. [...] (DAR 205.2: 119)

A aritmética botânica e a observação *in situ* se combinavam à invenção conceitual, Darwin procurando dar visibilidade aos dados para conceber melhor a relação entre princípio de divergência e seleção natural.

Desde o mês de novembro de 1854, Darwin tinha reunido três peças essenciais da sua solução do problema da divergência:

1) Relações mutuas entre espécies como causa indireta das variações:

Na medida em que as condições de cada espécie (com exceção talvez de algumas lutando contra condições físicas, como no extremo norte ou em nascentes quentes) dependem das outras espécies, é muito improvável uma espécie manter-se sem modificação, enquanto todas, ou quase todas as outras, se modificam; portanto, podemos esperar que todas as espécies numa massa se modifiquem “mais ou menos” juntas. Mas lembrar mostrar [que] isso não é resultado necessário da mudança das condições, apenas resultado indireto.

(DAR 205.9: 260>

2) Divergência sem isolados, levando Darwin a enfatizar a intensidade da seleção

3) Divisão do trabalho já invocada nessa época :

não há lei de progresso mas tempo dá mais oportunidades de competição e permite mais seleção; e dá mais vantagem a todos os organismos que vivem no mesmo lugar – como na *competição do trabalho* – resultado talvez mais complicado e mais perfeito; porém impossível avaliar. E é preciso repetir e enfatizar que essas observações se aplicam apenas a formas consideravelmente modificadas. (DAR 205.9: 250)

Aparece que a aplicação da divisão do trabalho de Smith às condições ambientes dos seres vivos está no centro do princípio de divergência. Na *Origem*, essa centralidade formula-se a través da ideia de que uma “quantidade maior de vida” pode sustentar-se onde formas divergentes ocupam um território comum. Darwin formula um equivalente da divisão do trabalho para a natureza biológica em janeiro de 1855:

Jan 30 /55/. Sobre teoria da Descendência: Divergência implicada & acho diversidade de estruturas sustentando mais vida assim modificada. Ora considerando quantidade de vida sustentada em área dada, ao lado do elemento do tamanho, como em árvores & Elefantes, fora do período de não atividade do inverno nos climas frios, acho elemento tal como nível de intercâmbio químico deveria ser usado, se possível, como medida da vida, por exemplo quantidade de ácido carbônico rejeitado ou de oxigênio em plantas.— Fui levado a isso observando uma charneca coberta de espessa camada de urze, & um prado fértil, ambos lotados, porém sem dúvida mais vida no último do que na primeira; & dai (em parte) mais animais sustentados. Isto “é” [ilegível] causa final, mas “simples” [mere] resultado da luta [Schweber 1980 195-289, Browne 1980 p. 71] / Isto “não é” [ilegível] causa final, mas “simples” [mere] resultados da luta [Ospovat 1981, 180-181] / Isto “não é” [ilegível] causa final, mas “antes” [more] um resultado da luta [Kohn 1985 p. 256] (tenho que refletir profundamente sobre essas proposições).—

Charnecas, Pinhais, Lagos, regiões do Ártico, muitos indivíduos poucas espécies.— Então: se poucas espécies pode ter muitos indivíduos comparativamente às espécies, quando muitas existem numa área de mesmo tamanho.— Devemos portanto dar conta de poucas espécies, onde poucos meios de subsistência, o que talvez seja quase evidente.—

Número de espécies depende de número crescente em proporção geométrica — porque relações tornam mais e mais complexas.

[Mais importante comparação seria uma área de terreno uniforme e muito fértil e uma área de terreno muito estéril de mesmo tamanho; qual sustentará proporcionalmente ao número de espécies as formas mais diversas?

Sempre lembrar-se de como organismos estão mais importantemente relacionados uns aos outros

Em regiões polares, têm que combater apenas o frio extremo, não relações complexas.— Mesma coisa nas montanhas. (DAR 205.3: 167)

Duas observações a propósitos das várias transcrições numa parte dessa nota manuscrita, quase ilegível como, muitas vezes. A primeira observação diz respeito à causa final. A leitura de Browne (a palavra ilegível não seria uma negação) não faz diferença real, só torna a nota de Darwin um pouquinho mais prudente diz respeito à teologia natural. Na leitura de Browne, Darwin diria que podemos usar a noção de finalidade na natureza a condição de reconhecer o seu mecanismo eficiente que é o único objeto da ciência da natureza. Nas outras leituras, a rejeição da causa final é mais nitidamente expressa. A segunda observação remete às duas opções : *mere* (“simples”) ou *more* (“antes” no presente contexto). Aqui também, temos apenas uma variação de ênfase, *mere* sendo a leitura mais forte. Ao final, a versão mais forte seria *não + mere*, a mais fraca $\emptyset + more$. O essencial permanece que contra toda a tradição da teologia natural, Darwin afirma que as “harmonias”, “series”, “combinações numéricas” etc. exprimindo uma ordem superior, um desenho e um equilíbrio “ecológico” (como Haeckel chamar-lo-a) não passam de consequências colaterais da luta dos organismos pela sobrevivência.

O passo decisivo de Darwin, então, foi de explicitar (“refletir profundamente”) a relação entre o princípio de divergência e o princípio da seleção natural, o que levou ao diagrama da árvore na *Origem* e ao seu comentário, que descreve como divergência e seleção natural operam juntas para produzir novas formas e novos *taxa*. Esse trabalho de reflexão profunda, mistura de escrita, reescrita, observação e experimentação, começou em junho de 1855 e desenvolveu-se até o mês de março de 1857, quando Darwin redigiu o essencial da secção dedicada à divergência. A partir do verão de 1855 até maio de 1858, Darwin conduziu uma série de experiências em Down sobre pequenas superfícies de pradaria, de relvado e de pomar entre 5 e 10 metros quadrados para estudar diversidade, dominância, luta e sobrevivência. Ele chegou a estabelecer a ligação entre a seleção natural e a divergência em uma nota escrita no dia 19 de agosto de 1855 e em uma segunda nota um ano mais tarde, no fim de setembro de 1856:

Ag 19 /55/ devido ao poder de propagação não apenas tanto indivíduos amontoados mas também “formas”, pois mais sustentam-se em mesma área quando diversas, quanto quando da mesma espécie (aqui discutir casos de muitos gêneros em vários pontos e várias condições [...]) — assim como quando muitos indivíduos amontoados, alguns morrerão, formas também. criação causa extinção – como nascimento de jovens causa morte de velhos.— Toda classificação é a consequência de mais formas distintas sustentadas na mesma área. (DAR 205.5: 157)

Set 23 /1856/A vantagem em cada grupo tornar tanto mais diferente quanto possível, pode comparar-se ao fato de que por divisão do trabalho mais pessoas sustentam-se em cada país – Não apenas os indivíduos de cada grupo se esforçam uns contra os outros, mas também todos os seus grupos com todos os seus membros, alguns mais numerosos, alguns menos, lutam contra todos os outros grupos, sendo de fato a consequência da luta individual— (DAR 205.5: 171)

Notamos que em setembro de 1856 Darwin colocou no cerne da divisão do trabalho (que serve a relacionar divergência e seleção) lutas não apenas intraespecíficas mas também interespecíficas (como na *Origem*). A seleção natural era suficientemente amplificada para superar o cruzamento e dar conta da origem das espécies. O princípio de divergência *stricto sensu* (“mais vida pode sustentar-se...”) era doravante baseado sobre um argumento complexo em que a seleção entre espécies e dentro das espécies, produtora da divisão do trabalho da vida, apoiava a divergência.

Darwin começou a redigir *A Seleção Natural* em maio de 1856. Chegou ao capítulo sobre a seleção natural em março de 1857. A conceptualização estava em ordem. Só faltavam os cálculos da aritmética botânica. Em abril de 1858, Darwin acrescentou à secção original sobre a divergência o famoso diagrama da árvore (fig. 5). Em setembro 1858, ele escreveu o capítulo 4 da *Origem* e o longo comentário do diagrama.

4. A árvore da contingência

Operando juntas, divergência e seleção natural remetiam à existência regular, na natureza, de condições de seleção e dum processo dinâmico levando à divergência das formas. O argumento de Darwin era que as situações “ecológicas” que o princípio de divergência descreve eram elas mesmas situações adaptativas, ou seja que os *indivíduos* eram sujeitos à seleção.

Adam Smith foi um grande inspirador de Darwin. As “relações mutuais” de Darwin, ou seja o conjunto complexo (até supercomplexo) formado pelas outras criaturas, cada grupo sendo concorrente de cada outro, constituem uma situação adaptativa onde a seleção exerce-se. A “divisão do trabalho” opera simultaneamente com a concorrência. Ela é tratada por Darwin como uma vantagem seletiva e ao mesmo tempo como o resultado da seleção, essa última continuando na luta contra outras

espécies. Assim, sobre uma área dada, plantas serão ainda melhor sucedidas desde que serão de tipos variados, tirando água e nutrientes a diferentes profundezas e com diferentes densidades.

Além de tudo isso, os capítulos 3 et 4 da *Origem* acrescentaram um desenvolvimento da tese de que a seleção leva à adaptação. Darwin chegou a essa concepção bem definida da adaptação apenas a partir do momento que aceitou a ideia duma grande variabilidade das espécies. Antes de 1844, na época do *Ensaio*, Darwin pensava que o grau de variabilidade na natureza era muito pequeno. No *Caderno E*, por exemplo, ele notou:

Pode-se dizer que animais selvagens variarão, conforme minhas concepções malthusianas, dentro de certos limites, mas não além desses.–
(*Notebook E* 136)

Chegado ao ponto da sua reflexão que se exprime na *Origem*, Darwin podia apoiar-se sobre a suposição formulada no capítulo 2 (“Sobre a variação no estado de natureza”) de que as espécies testemunham uma grande variabilidade individual hereditária. Em conjunto com a divergência a seleção natural opera sobre uma variabilidade abundante: uma vantagem adaptativa favorece a seleção de formas cuja diversidade lhes permite de explorar vários aspectos do território. Essa situação, enfim, favorece a seleção das formas mais divergentes e a eliminação das intermediárias. O resultado é, em um território dado, a composição de formas especializadas que, apesar de produzidas pela seleção natural não são exatamente o resultado duma luta ou duma concorrência direta mas duma divisão do trabalho. Para usar o exemplo imaginário de Darwin, a condição de existência de duas variedades da mesma espécie de carnívoro, uma mais veloz e a outra mais robusta não é a sua capacidade geral de capturar presas mas a sua capacidade mais especializada de capturar presas velozes ou presas pesadas.

Os argumentos de Darwin em favor do princípio de divergência apoiam-se sobre uma premissa que funciona mais como um quadro de pensamento que como um princípio ou uma hipótese a ser evidenciada⁹⁴: essa é a ideia de que há uma bondade inerente na maximização da vida num território dado. A diversificação das

⁹⁴ Veja em particular GOULD 2002, *passim*.

formas assegura essa maximização: mais *taxa* em um território, mais diversificados esses *taxa*, maior a quantidade total de vida.

[...] eu afirmo a importância extrema do reconhecimento pleno de que a quantidade de vida em qualquer região e, mais ainda, o número de descendentes modificados de um ancestral comum, dependerão por uma parte essencial da quantidade de diversificação a qual esses descendentes foram submetidos, de modo que preencherão tantos postos diferentes quanto possível no vasto plano da Natureza. (DARWIN 1975, p. 234)

Darwin sugeriu que

a melhor medida da quantidade vida é provavelmente o quantum de composição e decomposição química em um certo período. (DARWIN 1975, p. 228)

Além dessa medida hipotética, Darwin explica a maximização pela analogia com a divisão do trabalho. Assim, na *Origem*:

A vantagem da diversificação entre os habitantes da mesma região é de fato o mesmo que a da divisão do trabalho fisiológico entre os órgãos do mesmo corpo individual – assunto tão bel elucidado por Milnes Edwards. Nenhum fisiólogo põe em dúvida que um estômago adaptado à digestão somente da matéria vegetal ou animal, tire destas substâncias a maior quantidade de nutrientes. Da mesma forma, na economia geram de um país qualquer, quanto mais os animais e as plantas se diversificam em função de vários hábitos de vida, tanto maior o número de indivíduos capazes de sobreviver nesse país. (DARWIN 1859 p. 115-16)

Assim como em Smith o beneficiário da divisão do trabalho não é o indivíduo mas o *commonwealth*, a comunidade econômico-política, em Darwin, a beneficiária da divisão do trabalho biológico não são as espécies que sobrevivem e prosperam mas a própria vida através da maximização.

Podemos agora, depois desse percurso esquemático, voltar ao texto com que abrimos este artigo e que fecha a *Origem*.

O trecho abre-se sobre a imagem da maximização sob forma duma complexidade extrema. Vêm em seguida as grandes leis, em pouco número, cuja sucessão no texto culmina na divergência dos caracteres e a extinção que caracterizam o tipo de “mutacionismo” que Darwin tenta pensar e entender. A conclusão que Darwin tira imediatamente (morte, fome) parece entrar em conflito com a visão inicial duma plenitude vital. Mas sabemos que não é bem o caso. Está em jogo a recusa da noção duma harmonia natural. Decorre das “leis” que a extinção é fundamentalmente a mesma coisa do que o surgimento de espécies melhor

adaptadas e que para Darwin não pode ter plenitude (maximização) sem extinção de variações intermediárias e das formas ancestrais. Isso é a grandeza da visão da vida em termo de seleção e divergência, que agora permite de sugerir a imagem da árvore (“senão a uma [forma] só”) sem abandonar aquela do emaranhado.

Antes de Darwin, as representações de um “sistema da natureza”, pressupuseram como fundamentação uma ordem complexa, abstrata e nomológica, resultado de um desenho divino ou natural, cuja significação era profunda demais para ser compreendida pelo entendimento humano. Segundo Louis Agassiz, que estudara em Munique com Lorenz Oken, cada espécie representava uma ideia divina, encarnada na ordem natural dos seres vivos cuja taxonomia exprimia então uma imagem de relações internas dos itens do pensamento divino. Vimos tal representação também no quintarianismo e na ordem escondida da série de Lamarck. Ora,

A variabilidade de cada espécie é completamente independente daquela de todas as outras. O fato de que a seleção natural tira vantagem dessa variabilidade e de que as variações se acumulam mais ou menos, causando assim um grau maior ou menor de modificação nas espécies variando, depende de diversas contingências complexas –do caráter benéfico da variabilidade, a potencia dos cruzamentos, da taxa de reprodução, da mudança gradual das condições físicas do país e mais particularmente da natureza dos outros habitantes com os quais a espécie variando compete. (DARWIN 1859, p. 314)

Não apenas não se deve tentar descobrir uma ordem escondida invés de formular as grandes leis simples que determinam a vida como história, mas também não se deve tirar dessas leis a ideia duma previsão possível de qualquer estado futuro do mundo vivo a partir do conhecimento ideal do estado presente. A comparação com o sistema solar revela então sua função dupla. Por um lado, ela inscreve a história natural no campo das ciências mais rigorosas, invertendo, porém, a hierarquia comum entre a ciências, ao dar o lugar de destaque à ciência do ser vivo. Por outro lado, ela opõe a grandeza duma visão que une destruição e proliferação para produzir ramificações e relações históricas extremamente complexas, à uniformidade “pobre” e unilateralmente determinista dos movimentos astronômicos. A árvore da vida recorda os caminhos complexos não apenas duma história complexa mas de várias histórias contingentes e probabilistas que, graças às leis gerais enumeradas por Darwin, se oferecem a explicações tanto rigorosas quanto as explicações físicas *ex post*, mas não a previsões *ex ante*. Ao longo da *Origem*, Darwin frisa que a

solução de muitos problemas relativos às espécies e a interação entre grupos deve ser procurada nas histórias contingentes e anteriores das linhagens individuais e não em leis que afetariam todos os seres vivos de forma idêntica e simultânea.

Portanto, contingência e probabilidade não testemunham uma falha do nosso conhecimento. Da mesma forma que a necessidade decorre da seleção natural, da relação população/recursos e da divergência, elas resultam das propriedades intrínsecas do ser vivo como ser histórico. Isso dá ao “golpe ao amor próprio” humano de que fala Freud a propósito de Darwin (entre Copérnico e ele mesmo) uma significação que ultrapassa o simples fato do homem e dos grandes macacos partilharem um ancestral comum. Pois, o sucesso dos mamíferos nem pode escapar à mais radical contingência: eles, e portanto o homem, são apenas uma possibilidade realizada entre várias outras, igualmente prováveis, e que só circunstâncias contingentes, sem preordenação alguma, impediram de se realizar. Isso, na verdade, é o rochedo que nenhuma forma mais ou menos sutil de acomodação antropomorfa ou teológica da teoria darwinista pode quebrar.

BIBLIOGRAFIA

BROWNE, J. Darwin's botanical arithmetic and the principle of divergence. 1854-1858.

Journal of Historical Biology, 13, 1980, p. 53-89

DARWIN, Charles. **A Monograph On the Sub-class Cirripedia. I. The Lepadidae or Pedunculated Cirripedes**. London: Ray Society, 1851

DARWIN, Charles. **Charles Darwin's Notebooks 1836-1844**. Edited by Paul H. Barrett, Peter J. Gautrey, Sandra Herbert, David Kohn, Sydney Smith. Ithaca, New York, British Museum (Natural History) : Cornell University Press, 1987

DARWIN, Charles. **Natural Selection (1856-1858)**. Edited by R. C. Stauffer, Cambridge: Cambridge University Press, 1975

DARWIN, Charles. **On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. 1st edition, London: John Murray, 1859

DARWIN, Francis (ed.). Charles Darwin, **The Foundations of The origin of species. Two essays written in 1842 and 1844.** Cambridge: Cambridge University Press, 1909

DARWIN, Francis (ed.). Charles Darwin, **The Life and Letters of Charles Darwin, including An Autobiographical chapter,** 3 vols. London: John Murray, 1887

GOULD, Stephen Jay. **The Structure of Evolutionary Theory.** Cambridge, Ma: The Bellknap Press of Harvard University Press, 2002

KOHN, David. Darwin's Principle of Divergence as Internal Dialogue. In KOHN, David (ed.). **The Darwinian Heritage.** Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1985, p. 245-257

OSPOVAT, D. **The Development of Darwin's Theory: Natural History, Natural Theology and Natural Selection, 1838-1859.** Cambridge UK: Cambridge University Press, 1981

SCHWEBER, S. S. Darwin and the political economists: divergence of character. **Journal of the History of Biology,** 13, 1980, p. 195-289

SWAINSON, William. **A Treatise on the Geography and Classification of Animals.** London: Longman, Rees Orme, Brown, Green & Longman, 1835