

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM FILOSOFIA

HELOISA ALLGAYER

A TEORIA DA EVOLUÇÃO ENTRE A TELEOLOGIA E A SÍNTESE
CONTEMPORÂNEA

São Leopoldo
2015

Heloisa Allgayer

A TEORIA DA EVOLUÇÃO ENTRE A TELEOLOGIA E A SÍNTESE
CONTEMPORÂNEA

Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em 2015, pelo
Programa de Pós-Graduação em
Filosofia da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Adriano
Naves de Brito

São Leopoldo
2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amados pais Celia e Luiz Carlos por estarem ao meu lado e me apoiarem a seguir a trajetória acadêmica integralmente. Agradeço ao Rafael, meu amor, meu melhor amigo, meu companheiro de todas as horas, que me incentivou e me apoiou em todos os momentos. Agradeço aos amigos Ana, Giuly e Matheus que tornaram os momentos na Universidade mais agradáveis. Agradeço a professora Dra. Anna Carolina Regner que me incentivou e me auxiliou para eu compreendesse o pensamento de Charles Darwin. Agradeço ao professor Dr. Tudor Baetu por sempre ser atencioso e ler pacientemente o que eu havia escrito. Finalmente agradeço ao meu orientador o professor Dr. Adriano Naves de Brito pela orientação dessa dissertação.

“It is interesting to contemplate a tangled bank, clothed with many plants of many kinds, with birds singing on the bushes, with various insects flitting about, and with worms crawling through the damp earth, and to reflect that these elaborately constructed forms, so different from each other, and dependent upon each other in so complex a manner, have all been produced by laws acting around us. These laws, taken in the largest sense, being Growth with reproduction; Inheritance which is almost implied by reproduction; Variability from the indirect and direct action of the conditions of life, and from use and disuse; a Ratio of Increase so high as to lead to a Struggle for Life, and as a consequence to Natural Selection, entailing Divergence of Character and the Extinction of less improved forms. Thus, from the war of nature, from famine and death, the most exalted object which we are capable of conceiving, namely, the production of the higher animals, directly follows. There is grandeur in this view of life, with its several powers, having been originally breathed by the Creator into a few forms or into one; and that, whilst this planet has gone circling on according to the fixed law of gravity, from so simple a beginning endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being evolved.”

Charles Darwin

RESUMO

A obra *Origem das Espécies* de Charles Darwin é um marco na ciência, tanto pela sua abordagem evolucionista da origem das espécies, quanto pela sua estratégia argumentativa em favor da hipótese de que a seleção natural seja seu principal mecanismo. Darwin chama sua obra de “um longo argumento”, e este argumento, ou seja, a obra, é estruturada tendo do princípio de seleção natural como seu principal eixo constante biológico na natureza que determina quais espécies serão preservadas e quais serão extintas, pela preservação das variações úteis a seus possuidores em face de suas “condições de vida” e extinção das que lhes sejam injuriosas. A síntese evolutiva consiste na união entre o viés naturalista o qual descende diretamente de pensamento de Darwin, e os geneticistas (empiristas) que reavivam Mendel para desenvolverem suas pesquisas em genética, essas duas áreas aparentemente distintas se conciliam e assim a síntese é desenvolvida. A síntese estendida é a teoria da evolução descrita previamente unindo-se a novas descobertas e o desenvolvimento de técnicas moleculares, que possibilitaram o descobrimento da estrutura do DNA e do projeto genoma. O objetivo geral dessa dissertação é argumentar em favor de uma modificação de uma teoria teleológica (em Darwin) para uma teoria não teleológica (Síntese estendida). Os objetivos específicos são analisar a teoria de Darwin desenvolvida na *Origem*, analisar a construção da síntese e finalmente analisar os componentes da síntese estendida. Para responder ao objetivo geral são descritas a teoria de Darwin, a síntese e a síntese estendida, e analisados de que forma podemos encontrar noções de cunho teleológico no que concerne a causalidade. Através dessa análise, pude perceber que a causalidade em Darwin é de cunho teleológico, mas está incluída em um tipo diferente de teleologia por sua causalidade não ser intencional. Na síntese estendida, devido ao avanço nas pesquisas, que a teoria da evolução perde essa noção teleológica no que concerne a causalidade.

Palavras-chave: Evolução, teleologia.

ABSTRACT

The book *Origin of Species* Charles Darwin is a milestone in science, both for its evolutionary approach the origin of species, as for its argumentative strategy in favor of the hypothesis that natural selection is its main mechanism. Darwin called his book of "one long argument", and this argument, the work is structured with the principle of natural selection as its main axis constant biological in nature that determines which species will be preserved and which shall be extinct, the preservation variations useful to their owners in the face of their "living conditions" and extinction of injurious to them. The evolutionary synthesis consists of the union between the naturalistic bias that directly descended from thinking of Darwin, and geneticists (empiricist) that rekindle Mendel to develop their research in genetics, these two apparently distinct areas are reconciled and so the synthesis is developed. The extended synthesis is the theory of evolution previously described joining the new discoveries and the development of molecular techniques that enabled the discovery of the structure of DNA and the genome project. The overall objective of this dissertation is to argue in favor of a modification of a teleological theory (Darwin) to a non-teleological theory (extended synthesis). The specific objectives are to analyze Darwin's theory developed in the *Origin*, analyze the construction of the synthesis and finally analyze the components of the extended synthesis. To respond to the overall objective are described Darwin's theory, synthesis and extended synthesis, and analyzed how we can find teleological notions regarding causality. Through this analysis, I could see that causality in Darwin is teleological, but is included in a different kind of teleology for causality not be intentional. In the extended synthesis, due to advances in research, that the theory of evolution loses this teleological notion regarding causality.

Keywords: Evolution, teleology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 A explicação teleológica nas ciências biológicas	10
2.1 A filosofia natural em Aristóteles	10
2.2 Aristóteles e a teleologia	12
2.3 Uma síntese da filosofia Aristotélica	14
2.4 A teleologia teológica	15
2.4 A teleologia na teoria da evolução	17
3 A FUNÇÃO DA TELEOLOGIA EM EXPLICAÇÕES FUNCIONAIS NAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	22
3.1 Função: uma concepção unitária ou plural	22
3.2 Larry Wright e as funções	27
3.3 Cummins e a neoteleologia	32
4 ORIGEM DAS ESPÉCIES: UMA TELEOLOGIA NATURAL	34
4.1 Uma breve análise da Introdução da <i>Origem</i>	34
4.2 Uma breve análise do Capítulo I <i>Variation Under Domestication</i>	37
4.3 Uma breve análise do Capítulo II <i>Variation Under Nature</i>	39
4.4 Uma breve análise do Capítulo 3 <i>Struggle for Existence</i>	41
4.5 Uma breve análise do Capítulo 4 <i>Natural Selection; or Survival of the Fittest</i>	43
4.6 Uma breve análise dos Capítulos 5 ao 10, e, 11 ao 15	46
4.7 Algumas conclusões acerca da <i>Origem</i>	52
4.8 A causalidade teleológica em Charles Darwin	56
5 OS NATURALISTAS E OS GENETICISTAS: O CAMINHO ATÉ A SÍNTESE EVOLUTIVA	67
5.1 A influência da pesquisa de August Weissmann sobre o neodarwinismo	70
5.2 Naturalistas e experimentalistas: o aumento crescente da discórdia entre os evolucionistas	73
5.3 A união entre geneticistas e naturalistas: o desenvolvimento da síntese evolutiva . ..	76
5.4 Algumas conclusões acerca do desenvolvimento da síntese	79
6 A SÍNTESE ESTENDIDA DA EVOLUÇÃO (PERÍODO PÓS-SÍNTESE): O ADVENTO DA BIOLOGIA MOLECULAR	81
6.1 Os fundamentos da genética de populações	83
6.2 O advento da biologia molecular	85
6.3 Os diferentes tipos de DNA	90
6.4 Afinal, como a vida se originou?	91
6.5 Os diversos tipos de seleção natural e sua natureza probabilística/estatística	94

6.6 As formas de especiação: alopátrica, peripátrica, parapátrica e simpátrica.....	96
6.7 A macroevolução	97
6.8 A evolução do ser humano através de uma abordagem naturalista	100
7 CONCLUSÃO.....	103
REFERÊNCIAS	106

1 INTRODUÇÃO

O discurso teleológico perpassa diferentes períodos de tempo, e se enraíza na era medieval, embasado no pensamento de Platão e Aristóteles, para que seja possível explicar diferentes fenômenos da Natureza. Segundo esses autores é o ato especial de criação que explica o surgimento de novas espécies na natureza, sendo que essa explicação depende de um fator externo.

A obra *Origem das Espécies* de Charles Darwin é um marco na ciência, tanto pela sua abordagem evolucionista da origem das espécies, quanto pela sua estratégia argumentativa em favor da hipótese de que a seleção natural seja seu principal mecanismo. É na obra *Origem das Espécies* que ganham notoriedade as explicações naturais acerca do surgimento das espécies que são genealogicamente subordinadas e as explicações acerca da extinção natural das formas vivas. Porém como será visto posteriormente Darwin acaba intrinsecamente nos levando a refletir sobre a existência de um tipo diferente de teleologia, ou seja, a teleologia continua presente na argumentação de Darwin.

A síntese estendida da evolução, em termos de teoria evolutiva, é o que temos como sendo a teoria mais atualizada acerca da evolução. A síntese estendida é uma ampliação da síntese evolutiva que foi elaborada em meados da década de 30. A particularidade da síntese é a união de duas linhas que eram divergentes que são os naturalistas (darwinistas) e os geneticistas (Mendelianos). Os naturalistas possuem um método de pesquisa fortemente semelhante à pesquisas históricas enquanto que os geneticistas pesquisavam de forma empírica. A síntese evolutiva pode ser caracterizada pelo embasamento empírico para uma teoria que tinha um viés puramente histórico. A síntese estendida ganha uma forte aliada que é o crescente avanço das pesquisas moleculares que permitiram a descoberta da estrutura do DNA, sendo as técnicas moleculares desenvolvidas de suma importância para a classificação dos seres vivos e a compreensão do processo evolutivo.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a migração de um discurso teleológico na teoria clássica da evolução para um discurso não teleológico na síntese estendida da evolução. Os objetivos específicos desse trabalho são a análise do discurso teleológico na teoria da evolução proposta por Darwin, a análise da fusão entre geneticistas e naturalistas que irá culminar na síntese evolutiva, a análise da síntese estendida que levará a um discurso não teleológico sobre o surgimento das espécies a sua possível consequência para as humanidades.

A metodologia utilizada afim de analisar as teorias são:

- 1- Examinar as diferentes noções do significado de teleologia;
- 2- Examinar a sexta edição da obra *Origem das espécies*;
- 3- Realizar uma pesquisa histórica pós *Origem*, nas linhas de pensamento denominadas naturalistas e geneticistas;
- 4- Examinar a estruturação da síntese estendida.

Essa dissertação está dividida em quatro capítulos, que devem ser considerados complementares, pois será tratado de forma cronológica a construção da teoria da Evolução de Darwin até a síntese estendida que é a teoria evolutiva contemporânea. Como o foco central é a questão teleológica na evolução, no primeiro capítulo, irei contextualizar a noção de teleologia afim de orientar o leitor. O termo teleologia, foi analisado partindo-se de Aristóteles que é de suma importância para uma concepção teleológica de natureza chegando aos diversos tipos de teleologia encontrados nas ciências biológicas conforme a noção de Mayr.

A teoria da evolução desenvolvida por Darwin na *Origem* é o ponto de partida para essa análise acerca da evolução, devido a isso no segundo capítulo, é feita uma análise de capítulos-chave da obra *Origem das Espécies* de Charles Darwin. O foco desse capítulo é analisar a estrutura argumentativa utilizada pelo autor e concluindo como Darwin utilizava da noção teleológica principalmente no que concerne a causalidade.

No terceiro capítulo, devido à preocupação com a construção da teoria da evolução pós Darwin, será abordado a construção da síntese evolutiva. Inicialmente irei abordar a divisão de duas vertentes, quais sejam: os geneticistas (empiristas) e os naturalistas. Cada uma das vertentes tinha diferentes enfoques na pesquisa. Devido a isso pareciam áreas que não conseguiriam “dialogar”. Porém o diálogo foi possível, e a partir disso surgiu a chamada síntese da evolução.

No quarto capítulo, irei tratar de problemas os quais a síntese evolutiva não se preocupava, ou lhe faltavam técnicas para que se pudesse procurar soluções. Na síntese estendida poderemos observar o surgimento de duas noções extremamente importantes para o entendimento da teoria contemporânea a saber a descoberta da estrutura do DNA por Watson e Crick e o avanço no desenvolvimento de técnicas moleculares. Através da molecular foi possível obter novas noções como a mutação (concebida na contemporaneidade) e a transmissão horizontal. Na síntese estendida, a noção de aleatoriedade ganha um papel especial, rompendo de vez com a noção de um finalismo na evolução.

2 A EXPLICAÇÃO TELEOLÓGICA NAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Neste primeiro capítulo irei tratar acerca da teleologia, que servirá como suporte para a análise da teoria evolutiva de Charles Darwin e da síntese estendida da evolução. Uma leitura filosófica das duas teorias fundamentadas na teleologia pode contribuir para compreensão acerca da natureza dessas teorias e de como elas impactam nas humanidades quando se faz uma leitura filosófica acerca das mesmas. Porém, com uma definição tão abrangente de teleologia, acabamos por colocar qualquer processo até mesmo de natureza inorgânica como sendo teleológico. Sendo assim, se faz necessário elucidar as diferentes formas nas quais o termo teleologia é empregado, servindo assim para uma compreensão da natureza evolutiva como um processo não teleológico.

A teleologia é o estudo filosófico que pode ser caracterizado como aquele que estabelece a finalidade como sendo uma categoria imprescindível de algo. Neste sentido podemos afirmar que uma explicação teleológica estará centralizada na finalidade de alguma coisa. “O termo teleologia provém de dois termos gregos, telos (fim, meta, propósito) e logos (razão, explicação), ou seja, uma explicação ou, *“razão de algo em função de seus fins”* ou *“explicação que se serve de propósitos ou de fins”*. (VILLA, 2000, p. 723)

A teleologia esteve durante um longo período vinculada a teologia, ou teleologia teológica. Vinculada no sentido da íntima ligação ao que se remete as finalidades do universo onde Deus estará realizando os seus propósitos. Nesse sentido, a teleologia, em sua origem, está intimamente relacionada as mais diversas religiões e a pluralidade de mitos, pois, tudo que ocorre e todas os seres são o resultado da deliberação de uma entidade supranatural (espíritos, deusas, Deus...etc.).

2.1 A filosofia natural em Aristóteles

Este subcapítulo é dedicado a filosofia natural de Aristóteles. Essa escolha se faz devido ao autor grego ser o primeiro que enfatiza sua inspiração biológica. Aristóteles procura explicar os fenômenos da natureza, porém, utilizando artifícios teleológicos, que se mantêm durante um longo período de tempo.

Há outras filosofias que se inspiram, fundamentalmente, nas matemáticas, como por exemplo, o pensamento de Platão, a síntese aristotélica é de inspiração biológica. As ciências físicas também, na antiguidade grega, como nos tempos modernos, puderam inspirar a obra de

Spencer. O aristotelismo se baseia na ampla meditação e no mínimo contato que o sábio de Estagira teve com os seres e fenômenos da vida.

Para Aristóteles, o que contemplamos sempre é o objeto. O objeto pode ser natural ou artificial. Existem seres concretos e coisas distintas umas das outras. O individual – noção essencialmente biológica – é o existente.

Cada indivíduo é formado ou composto de matéria e forma; mas a matéria e a forma só são separáveis por abstração. O homem é o composto humano, não sendo a alma algo que se serve de um corpo, como dizem os platônicos, mas a síntese da matéria e da forma, a síntese antropológica. A substância é individual. O indivíduo é substância. No mundo só há substâncias. Se se trata de gêneros ou qualidades, atributos ou determinações, entende-se claramente que não se trata senão de substâncias, porque gêneros, qualidades, atributos e determinações só existem em substâncias. Unicamente por meio da abstração separa-se o abstrato do concreto.

O mundo está ordenado numa série de condições que se definem pela última finalidade, pelo fim final. A este fim tudo se refere. O universo tende ao último termo: Deus.

Deus tudo move; mas não pertence ao mundo, é estranho a ele. Deus tudo move sem mover-se. É o ser completo. A todos os seres lhe falta plenitude; por isto se transformam, mudam e perecem. São seres incompletos, imperfeitos, apenas esboçados. O ser em sua plenitude não tem mister de outro para ser. Basta-se, absolutamente, a si mesmo.

O único capaz de se bastar a si próprio é a sapiência. Só a sapiência pode ser o motor imóvel que, não irá mover por um impulso, porém atrai por ser absolutamente perfeito.

Por isso, também, com razão poder-se-ia pensar que a posse dela (liberdade) não seja própria do homem; de fato, por muitos aspectos a natureza dos homens é escrava, e por isso Simônides diz que “Só Deus pode ter esse privilégio”, e que é conveniente que o homem busque a ciência a si adequada. E se os poetas dissessem a verdade, e se a divindade fosse verdadeiramente invejosa, é lógico que verismo os efeitos disso sobretudo nesse caso, de modo que seriam desgraçados todos que distinguem no saber. Na realidade, não é possível que a divindade seja invejosa, mas, como afirma o provérbio, os poetas dizem muitas mentiras; nem se deve pensar que exista outra ciência mais digna de honra. Esta, de fato, entre todas, é a mais divina e a mais digna de honra. Mas uma ciência só pode ser divina nos dois sentidos seguintes: a) ou porque ela é ciência que Deus possui em grau supremo, b) ou porque ela tem objeto as coisas divinas. Ora, só a sapiência possui essas duas características. De fato é convicção comum a todos que Deus seja uma causa e um princípio, e, também, que Deus, exclusivamente ou em sumo grau, tenha esse tipo de ciência. Todas as outras ciências serão mais necessárias do que esta, mas nenhuma lhe será superior. (ARISTÓTELES, p. 13, 2002)

Tudo que seja potência deve residir no móvel; e tudo que seja ato, no motor, no motor móvel. Como poderá Deus mover o mundo se mover-se? Para Aristóteles a beleza move a alma, como o objeto do desejo movem quem deseja: sem mover-se. É que todo efeito se faz pela causa, e ao ato eterno, que constitui a vida, é o desejo eterno do bem.

Neste ponto se vê com clareza a diferença que existe entre o pensamento platônico e o aristotélico; para Platão o supremo é a ideia do *Bem*; para Aristóteles, o sumo, é um ser não é a ideia do *Bem* e sim o próprio *Bem*.

Todo o universo tende a esta superação de cada ser em cada ser, mas nós homens somos conscientes da tendência universal que atua sobre nosso organismo e nossa mente, como sobre todos os seres do mundo. A todos atrai o princípio que faz mover enquanto existe; os demais seres não sabem que neste movimento de superação e atração reside o sentido oculto da existência.

Dissemos, portanto, o estado da questão a respeito do todo e a respeito das partes e acerca de sua anterioridade e posterioridade. Se agora alguém perguntar se é anterior o ângulo reto, o círculo ou o animal, ou as partes às quais eles se reduzem e das quais são constituídos, devemos responder que a questão não tem uma solução simples. Se, de fato, a alma é o animal ou o ser vivente, e se a alma de todo indivíduo é o próprio indivíduo e, ainda, se a essência do círculo é o próprio círculo, e a essência e a substância do ângulo reto é o ângulo reto, então, em certo sentido e sob certo aspecto, o conjunto deve ser dito posterior às partes. Por exemplo, < o ângulo reto particular é posterior > às partes da noção e Às partes do ângulo reto particular: de fato um particular ângulo reto de bronze é posterior as suas partes materiais e assim também um particular ângulo reto inteligível, que é formado de linhas particulares. O ângulo reto imaterial, ao contrário, é posterior às partes da noção, mas anterior às partes pertencentes a um ângulo reto particular, a questão não pode, portanto, resolver-se de modo simples. Se, depois, a alma é diferente do animal e não é o animal, também nesse caso será preciso dizer que, em certo sentido, as partes são anteriores que, noutra sentido, não o são, como já dissemos (ARISTÓTELES, p. 333, 2002)

2.2 Aristóteles e a teleologia

Na obra *Metafísica*, Aristóteles, lista diversas explicações acerca de diferentes processos que ocorrem no mundo que corresponderão a quatro tipo de causas.

Portanto, é preciso adquirir a ciência das causas primeiras. Com efeito, dizemos conhecer algo quando pensamos conhecer a causa primeira. Ora, as causas são entendidas em quatro diferentes sentidos. (1) Num primeiro sentido, dizemos que causa é a substância e a essência. De fato, o porquê das coisas se reduz, em última análise, à forma e o primeiro porquê é, justamente

uma causa e um princípio; (2) num segundo sentido, dizemos que causa é a matéria e o substrato; (3) num terceiro sentido, dizemos que causa é o princípio do movimento; (4) num quarto sentido, dizemos que causa é o oposto do último sentido, ou seja, é o fim e o bem: de fato, este é o fim da geração e de todo movimento. (ARISTÓTELES, p.15, 2002)

A partir da citação acima é possível identificar quatro tipos de causa sendo elas:

- a) Causa formal
- b) Causa material
- c) Causa Eficiente
- d) Causa finalista ou teleológica

A causa finalista (teleológica), tem como função explicar a meta (ou fim) no qual o ser, ou o acontecimento, está destinado. A partir dessa explicação, Aristóteles endossa que as coisas como um todo, tendem naturalmente à um fim, ou seja, a partir de uma noção teleológica acerca da realidade é possível elucidar a natureza (a meta, ou o fim) dos seres como um todo. A noção teleológica Aristotélica irá se conduzir à uma teleologia interna das entidades (ou entes) naturais, ou seja a essência de dada um dos seres. A causa teleológica (ou final), faz com que o objeto se mova, e até se transforme, em busca da perfeição, que é concretizada apenas na medida em que o objeto cumpra a incumbência na qual ele foi por essência designado. A noção teleológica Aristotélica, aparece em sua *Ética a Nicômaco*, onde intrinsecamente a finalidade do ser humano é buscar a sua própria felicidade.

Até o momento, a teleologia de Aristóteles, aparentemente se referia apenas a teleologia interna dos objetos (ou seres). Porém na *Física*, Aristóteles, amplia tal noção e chega a uma teleologia do tipo totalizante. Isso se dá, quando o autor, escreve acerca da causa primeira do universo e de como ela é relatada tanto como a primeira causa eficiente, quanto como a primeira causa final.

Uma vez que tudo está em movimento deve ser movido por alguma coisa, tomemos o caso de uma coisa que está em movimento e é movido por alguma coisa e é movida por algo que também está em movimento e que mais uma vez é movido por outra coisa que está em movimento, e isto por outra coisa, e assim por diante; então a série não pode ir ao infinito, sem existir um primeiro motor. (ARISTÓTELES, *Física*, 242 a 50-54)¹

¹ Dado que todo lo que está en movimiento debe ser movido por algo, tomemos el caso de una cosa que está en movimiento y es movida por algo y es movida por algo que también está en movimiento y que, nuevamente, es movido por otra cosa que está en movimiento, y ésta por otra cosa, y así sucesivamente; entonces la serie no puede seguir hasta el infinito, sino debe existir algún primer motor. (Aristóteles, *Física*, 242 a p. 50-54). Tradução feita para o espanhol direto do texto original.

O raciocínio de Aristóteles, na citação acima, pode ser decomposto da seguinte forma:

- a) O dinamismo do mundo se dá por causa do movimento das formas, que ocorre devido ao efeitos das causas.
- b) Desse modo, um objeto tem a capacidade de causar uma mudança em outro objeto e assim sucessivamente.
- c) Se for investigado a sucessão das causas, não é possível postular a ausência de uma causa primeira original, que serviu como o primeiro gerador de um impacto causal, e a partir desse se deu a origem todas as mudanças e movimentos.

Esse primeiro gerador, ou causa, é denominado por Aristóteles como sendo o Primeiro Motor Imóvel. A passagem citada acima se refere a sucessão de causas eficientes, porém, tal raciocínio tem validade para todos os tipos causais, visando mostrar que qualquer sucessão causal não é infinita. Através de analogia, o Primeiro Motor Imóvel, é reconhecido como sendo Deus. Esse Deus, é representado como sendo a perfeição por essência ou o bem supremo, onde os seres como um todo buscam se aproximar por meio da causa final. Nesse sentido, é possível explicar o *devir*² do mundo através de uma sucessão de movimentos físicos³ e também, é possível explicar o *devir* do mundo devido aos desejo que os seres possuem de regressar à perfeição primeira⁴. Cada ser ou entidade possui uma causa final em essência, e irá se remeter à sua finalidade perfeita.

2.3 Um síntese da filosofia Aristotélica

A ciência têm por objeto explicar o que existe, pelos princípios e causas. As causas secundárias fazem supor as causas primárias; mas é mister deter-se e não pensar em demonstrá-lo inteiramente. Os processos científicos são: a indução, a definição, a divisão e a demonstração. Se algo for passível de demonstração será eternamente verdadeiro.

Todos os seres da natureza se movem. Cada ser se transforma e se move para “chegar a ser”, em ato, o que “é” em potência. A hierarquia dos seres vivos se rege por três leis e três ordens.

² Sucessão de mudanças pelas quais as coisas passam.

³ Modelo causal eficiente.

⁴ Modelo causal finalista.

As três ordens da hierarquia vital são: as plantas, os animais e o homem. Os vegetais se distinguem só pela nutrição; os animais possuem a nutrição e a sensibilidade; o homem reúne três atributos: nutrição, sensibilidade e inteligência.

As três leis que realizam os seres vivos são: a de finalidade, de continuidade e de analogia. A transição do ser inanimado ao ser vivente é tão insensível que não pode distinguir com precisão onde se encontra o seu limite comum nem qual deles procedem os intermédios.

Ao reino inanimado segue de imediato o das plantas; se comparados entre si; os vegetais parecem representar diversos gêneros da vida. De certo modo, as plantas parecem animadas em presença dos seres não organizados. Em presença dos animais, as plantas se diriam desprovidas de vida.

A transição das plantas aos animais também é contínua. Se forem relacionados alguns tipos de animais marinhos, é possível se indagar se são plantas ou animais, pois estão aderidos à terra e se dela forem retirada, em muitos casos, perecem. Os indivíduos da classe Bivalvia⁵, equiparados aos animais que se movem de um lugar para outro, parecem plantas. Quanto mais seres se investigam, menos inclinado se acha o entendimento a formar classificações.

A mesma gradação se apresenta ao examinar a sensação, geração e nutrição. Há três espécies de almas: vegetativa, sensitiva e racional. As sensações e imagens proporcionam a “matéria”, de onde a inteligência depreende o universal. Há dois intelectos: um que recebe todas as coisas e outro que a todas as coisas dá uma forma. O primeiro é passivo e o segundo é ativo. A vontade é um desejo racional. A vontade é livre, porque, embora procure a felicidade, é capaz de escolher os meios para alcançá-la. A ética é regra dos hábitos na vida individual; a economia é regra da vida de família; a política o é da vida social. A virtude é o hábito de agir bem.

Pela razão e pelo pensamento, a alma participa do *Ato puro* e da perfeição divina. A virtude consiste em escolher, em todas as coisas, o meio justo adequando a nossa natureza. O homem é o animal político. Deus é o pensamento do pensamento e o soberano do *Bem* do mundo. Se os homens são amigos, a justiça fica sobrando. Tudo aspira a Deus, ao *Soberano Bem*. O melhor é o fim último.

2.4 A teleologia teológica

⁵ Um exemplo desse classe são os *Perna perna* (Linnaeus, 1758) também conhecido como mexilhão.

Através de uma sucessão histórica é possível uma melhor compreensão da utilização das noções teológicas na teleologia. A Grécia obteve seu auge cultural no período Clássico, após o seu enfraquecimento no período Helênico, a Grécia “cede” o seu posto, onde ocorre a hegemonia do império Romano. O Império Romano se expande, porém sofre uma série de invasões, que leva a sua queda. Após a queda do Império Romano, o que remanesceu tanto do conhecimento grego como do conhecimento romano, foi resguardado pelas culturas árabe islâmica e cristã, sendo que elas, utilizaram cada uma de sua forma, as ideias e as teorias dos clássicos.

As culturas árabe islâmica e a cristã, são fortemente fundamentadas religiosamente, isso acarreta uma tendência de interpretar o conhecimento através de um viés teológico. Dentro desse conhecimento está incluído o conhecimento da Natureza. No período medieval, Deus tinha em suas mãos todo o destino do universo e do ser humano, e os fiéis poderiam apenas corroborar a vontade de Deus. Havia uma subordinação tanto da ciência quanto da filosofia à fé, visto a perspectiva “*Natura et Gratia*” de Thomas de Aquino. Inclusive, Deus dá sinais de sua existência na Natureza, e através desse é evidenciada a grandiosidade divina. Para que fosse possível uma compreensão correta do ser humano e da Natureza, era necessário a interpretação das intituladas “*Sagradas Escrituras*”, pois somente elas poderiam ensinar qual o sentido da vontade divina, e como consequência a compreensão de toda a Natureza que foi criada. É possível afirmar que durante o período medieval, a interpretação do mundo é feita através de uma teleologia teológica (ou transcendente), pois, os entes e os fenômenos fariam parte dos objetivos de Deus que os traçou como destino da Criação.

O mundo concebido pela cultura teológico-cristã se mostrou compatível com a explicação teleológica no qual o mundo tenderia, após um longo período de tempo, a chegar à perfeição ou a um melhoramento. Segundo a interpretação do cristianismo, após um longo período de tempo, devido as leis divinas o mundo se encaminharia ao ideal de perfeição que foi arquitetado por Deus. A influência desse pensamento se faz presente atualmente, podendo ser teológica ou não, onde a humanidade, a natureza e ou Universo exibem a tendência de progredir em direção a uma meta, ideal ou perfeição crescente. Tal influência pode ser encontrada nas crenças populares, em correntes filosóficas, e até mesmo em teorias que possuem uma pretensão científica.

Embora o cristianismo fosse sua maior fonte de apoio, o pensamento teleológico ganhou força crescente também na filosofia, de seu princípio com

os gregos e Cícero até os séculos XVIII e XIX. O conceito de *Scala Naturae*, a escala da perfeição (Lovejoy, 1936), refletia a crença numa progressão ascendente ou na disposição dos objetos naturais. Poucos eram os filósofos que não exprimiam uma crença no progresso ou no melhoramento. Isso também se encaixava muito bem na teoria da evolução transformacionista de Lamarck, e parece correto dizer que a maioria dos lamarckistas era também de teleologistas cósmicos. O conceito de progresso era particularmente forte nas filosofias de Leibniz, Herder, seus seguidores e, claro, entre os filósofos franceses do iluminismo. (MAYR, 2005, p. 67)

2.5 A teleologia na teoria da evolução

Se a teleologia fosse concebida somente no sentido teológico, logicamente não haveria sentido em atribuir o mesmo na teoria clássica ou na síntese estendida da evolução. A teleologia teológica acaba sendo substituída por uma teleologia científica por Darwin. “*A teleologia da natureza podia agora ser explicada, pelo menos em princípio, como o resultado de leis naturais manifestas em processos naturais, sem recurso a um criador externo ou a forças espirituais ou não materiais.*” (AYALA, 1970, p.2).

O fato que todos os organismos pareçam tão perfeitamente adaptados uns aos outros e ao meio ambiente foi atribuído pelos teólogos naturais ao desígnio perfeito de Deus. Darwin, porém, mostrou que ele poderia ser tão bem explicado, ou até mais bem explicado, pela seleção natural. Essa foi a refutação decisiva do princípio da teleologia cósmica. (MAYR, 2005, p. 48).

Na obra “*Biologia, ciência única (2005)*” Ernst Mayr mostra como a noção de teleologia é utilizada de formas distintas ao longo do tempo, e como a teleologia se refere a fenômenos estruturalmente distintos. Segundo Mayr (2005), a teleologia foi empregada nos seguintes fenômenos e processos:

a) Processos teleomáticos:

Eles são dirigidos a um fim apenas de maneira automática, regulada por forças ou condições externas – isto é, por leis naturais. [...] Eles podem ter um termo final, mas nunca têm uma meta. A questão “para quê?” (wozu?) é inapropriada para eles. (MAYR, p.67, 2005).

Exemplos de processos teleomáticos são: a ação da gravidade sobre os objetos, onde a força da gravidade atrai os objetos em direção ao solo, respeitando a segunda lei da termodinâmica que

restringe unidirecionalmente a passagem de calor sempre de um corpo mais quente para um corpo mais frio até que ocorra o ponto de equilíbrio térmico.

b) Processos teleonômicos:

[...]um processo ou comportamento teleonômico é aquele que deve sua orientação por uma meta à influência de um programa evoluído. [...] Trata estritamente de causações últimas, que ocorrem em processos celulares de desenvolvimento e são mais comuns no comportamento de organismos. [...] (MAYR, p.69, 2005)

A palavra-chave na definição de teleonômico é programa genético. (MAYR, p.70, 2005)

A noção de programa que Mayr propõe uma distinção entre os programas fechados e os abertos. Os programas fechados são aqueles onde no início do processo são definidas as metas e a forma de alcançá-las. Enquanto os programas abertos são aqueles onde a programação ou as metas tem a possibilidade de serem modificados ao longo do tempo, influenciado pelo seu contato com o meio.

c) Comportamento com propósito ou proposital: tal comportamento tem como requisito básico a pressuposição de que há uma subjetividade pensante. Esta subjetividade pensante é que estabelece as metas que devem ser cumpridas, e como consequência age com a intenção de alcançar tais metas. A particularidade desse comportamento é a capacidade de reconhecer conscientemente as metas, e que a satisfação das mesmas é realizada através da atividade pensante e não um simples sinal químico.

Comportamentos propositais claramente orientados por metas são disseminados entre animais, sobretudo entre mamíferos e aves, e se qualificam plenamente a ser chamados teleológicos. Várias espécies do pássaro gaio enterram bolotas e pinhões no outono, retornam a esses esconderijos (que eles memorizam de maneira notavelmente precisa) e recuperam esse alimento, quando no final do inverno as fontes naturais de alimentos são exauridas de todo. [...] Nesse planejamento proposital, não há em princípio diferenças entre os seres humanos e animais pensantes. (MAYR, 2005, p.75-76)

d) Características adaptadas ou adaptativas: Ocorrem em circunstâncias onde são produzidos de forma aleatória diversos objetos (conjuntos de sistemas complexos). Tais objetos possuem organizações e características que se diferenciam entre si, e por causa das restrições ambientais (nicho ecológico), somente uma porção limitada destes objetos tem a

capacidade de se manter ao longo de um período de tempo. Neste sentido, geralmente, quando se é questionado o porquê da existência de alguma característica do objeto, se conclui que ela possui ou possuiu afim de garantir a sobrevivência do objeto, ora, depois de uma análise minuciosa, é necessário reconhecer que a característica foi originada de forma aleatória sem o “desejo” do objeto. As características adaptativas possuem a capacidade de executar atividades teleonômicas, servindo assim como estruturas funcionais da teleonomia. “A adaptação assim, é um resultado *a posteriori*, e não a busca *a priori* de uma meta. Por esta razão a palavra “teleológico” é enganadora quando aplicada a características adaptativas.” (MAYR, 2005, p.77).

Mais do que qualquer outra coisa foi a existência de características adaptativas que levou os biólogos a fazerem perguntas do tipo “por quê?”. A primeira área da biologia em que foram usadas foi a pesquisa fisiológica. [...] Uma sequência de descobertas fisiológicas resultou perguntas do tipo “por quê?” e “para quê” depois se tornaram igualmente produtivas em outros ramos da biologia[...] (MAYR, 2005, p. 77)

- e) Teleologia cósmica: irá imputar um desígnio, ou uma causa final, que esteja transcendentemente encarnada na totalidade estudada (universo, natureza...), ou que esteja acima de tal totalidade. A teleologia teológica está contida na teleologia cósmica. Ernst Mayr, critica de forma contundente a teleologia cósmica ligada as teorias científicas.

Quando se percebeu que o mundo não era nem recente nem constante, três categorias de explicação para mudanças aparentemente finalistas foram apresentadas:

- (1) Tais mudanças se devem à ação de um planejador evolucionista (teísta).
- (2) Tais mudanças são guiadas por um programa embutido, análogo ao programa teleonômico no genótipo de um indivíduo (explicação ortogenética). Grande parte da pesquisa pós-darwiniana resultou na oferta de evidências de que tal programa cósmico não existe e de que as irregularidades da evolução cósmica são grandes demais para ser conciliadas com a existência de um programa. Com efeito, na época da síntese evolucionista (entre 1930 e 1940) havia desaparecido todo o apoio a teorias ortogenéticas⁶.
- (3) Não há teleologia cósmica, não há nenhuma tendência no mundo para o progresso ou a perfeição. Quaisquer mudanças ou tendências no cosmos são observadas no curso da história do mundo, são o resultado da ação de leis naturais e da seleção natural. Essa terceira explicação está tão de acordo com os fatos observados que torna desnecessário invocar as outras duas explicações. (MAYR, 2005, p. 78-79)

⁶ A teoria evolutiva ortogenética afirma que em virtude de uma “força motriz” que pode ser interna, ou externa, a vida tende de forma inata a evoluir linearmente até um objetivo pré-determinado.

A teleologia teológica, por estar centrada em um ser supranatural, está contida na teleologia cósmica. A teleologia da natureza será restringida nessa dissertação a “*Origem das espécies*”. Não irei classificar a “*Origem*” como estando contida na noção de teleonomia pois como foi definido anteriormente, a noção de teleonomia tem como viés central o programa genético. Só há a fusão entre a teoria da evolução e o programa genético entre as décadas de 30 e 40.

O aludido “materialismo” de Darwin não excluiu a teleologia ou explicações em termos de propósitos, mas também não o comprometeu com aceitar o conceito de um Planejador ou legislador “sobrenatural” para explicar os “fenômenos naturais”. (REGNER, 2012, p.185)

A citação acima, reflete mais uma característica da teleologia da natureza, que convergirá da ruptura com a teleologia cósmica (ou tradicional). Darwin na *Origem*, supera a noção de uma necessidade de um criador supra natural que faz com que surjam novas formas de vida. Um viés teleológico teológico compreende que cada forma foi criada por um ser supranatural, e é esse viés que Darwin, através da seleção natural, refuta na *Origem*. Porém apesar de uma clara refutação acerca de um criador, a própria seleção natural não perde o caráter teleológico. Em vez de um criador, a natureza do organismo, por meio da seleção natural, direciona o surgimento de características, dando uma clara noção de finalidade, pois a natureza está contida em um sistema causal, e a natureza em Darwin, como será visto no próximo capítulo ganha um duplo sentido. Não devemos encará-lo como uma teleonomia, pois que fundamenta a mesma é uma clara noção dos fundamentos genéticos dos organismos que podem direcionar o mesmo.

A ruptura dessa noção teleológica na teoria da evolução é construída quando inicia-se uma fusão entre os geneticistas e os naturalistas, duas linhas distintas em um certo período que se fundem, formando a síntese evolutiva. Na síntese a noção de natureza do organismo começa a ganhar um caráter mais objetivo. Durante o período do desenvolvimento da síntese que ocorre um aprofundamento nos estudos das estruturas genéticas dos organismos. Em um período seguinte, os avanços de técnicas moleculares para a análise da estrutura molecular dos seres vivos parecem trazer a luz questões de suma importância para uma compreensão não teleológica da evolução. Dois pontos bastante importantes para essa ruptura são as noções de mutação e transferência horizontal. Essas duas noções dão um caráter de aleatoriedade, rompendo com a noção de direcionalidade, característica da noção de herança de caracteres adquiridos.

No momento em que uma célula se reproduz, a replicação do DNA e dos seus genes ocorrem fisicamente. Geralmente, há a produção de uma cópia exata do DNA parental, porém pode haver a ocorrência de alguns erros. O DNA, quando é replicado, contém enzimas de reparação e revisão. Essas enzimas, tem como função, detectar e corrigir a maior parte dos erros ocorrentes na cópia, porém alguns erros se mantem. E esses erros persistentes, são chamados de mutações. Essas mutações, geram uma nova sequência de DNA que pode codificar uma proteína diferente, que possui propriedades diferentes da que seria codificada originalmente. As mutações, podem ocorrer em qualquer uma as células, porém quando falamos em evolução, o processo de mutação de maior importância é aquele que ocorre na geração dos gametas. Essas mutações, podem ser transmitidas para a prole fazendo com que ela se diferencie dos seus progenitores.

A transferência horizontal de genes consiste em um processo no qual um organismo tem a capacidade de transferir seu material genético para uma célula que não é sua descendente. As pesquisas realizadas na área de genética tinham como foco a transferência vertical⁷, porém, atualmente há um aumento no enfoque acerca da transferência horizontal. A princípio tal noção era observada apenas em bactérias, e aplicada somente a elas, porém, com o avanço na pesquisa foi possível constatar tal fenômeno nas plantas e nos animais, porém em menor ocorrência. O que poderiam ser consideradas meras interferências, podem ter um impacto efetivo sobre a variação das espécies ao longo do tempo, não impactando sobre a monofilia dos grupos.

Nos capítulos que seguem serão abordados de forma mais aprofundada a teoria de Darwin, a síntese evolutiva e a síntese estendida. Abordando suas principais características, suas diferenças e seus complementos, e como essas variações levam a uma mudança no caráter explicativo, no que consiste as causas finais da evolução.

⁷ O receptor recebe o material genético do seu ascendente, como por exemplo o filho que recebe a carga genética dos pais.

3 A FUNÇÃO DA TELEOLOGIA EM EXPLICAÇÕES FUNCIONAIS NAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Nesse capítulo iremos tratar das discussões acerca das explicações e possíveis atribuições funcionais no campo da filosofia da biologia, para isso devido a influência de suas teorias selecionamos Robert Cummins (1975) e Larry Wright (1973). O primeiro trata da análise funcional enquanto o segundo traz uma abordagem etiológica seletivista. Também iremos abordar as críticas de Cummins (2002) as explicações de cunho teleológico. O tensionamento das ideias desenvolvidas por esses autores, podem auxiliar para que possamos compreender de que forma a teleologia e as explicações funcionais exercem um papel nas ciências biológicas.

3.1 Função: uma concepção unitária ou plural

Quando é discutido na filosofia da biologia, sobretudo a evolução biológica, as abordagens etiológicas de função são evidenciadas. A partir de uma análise cronológica dessa abordagem, o artigo *Functions* (WRIGHT, (1998) 1973), que é o pioneiro neste tipo de abordagem. Cummins conjuntamente com Wright é fortemente influente quando tratamos desse debate acerca da função, porém, Cummins não está inserido na linha de abordagem etiológica. Cummins, publica seu artigo intitulado *Functional Analysis* no ano de 1975, porém, foi escrito no ano de 1968. Segundo Hull (2002), nos anos seguintes foram publicados inúmeros artigos e trabalhos sobre as possíveis atribuições e explicações funcionais, sendo que em grande parte, altamente influenciadas por Wright e Cummins. Hull (2002), defende que os trabalhos produzidos acerca da função são um exemplo de progresso na filosofia.

Diversos filósofos da biologia afirmam que análise funcional de Cummins e a teoria etiológica da função defendida por Wright podem ser considerados as duas principais linhas nas discussões recentes na filosofia da biologia, enquanto outras vertentes estão orbitando dentre essas linhas. Os trabalhos desses dois autores levaram Bigelow *et al* ((1998) 1987), Milikan ((1998) 1989) e Neander ((1998),1991), desenvolveram análises que enfrentaram distintos problemas, fazendo com que houvesse uma limitação ou ampliação das abordagens feitas por Cummins e Wright. Partindo da percepção de Hull (2002), as abordagens realizadas por Bigelow *et al*. Milikan e Neander não são em sua base, diferente daqueles desenvolvidos por Wright ou Cummins. Nesse sentido, os trabalhos de Cummins e de Wright podem ser

considerados como fundamentos para a concepção da atribuição funcional nas ciências biológicas.

Devido as contribuições desses autores, o conceito de função se tornou o epicentro da discussão das explicações de cunho teleológico. Porém tais autores tem noções bastante divergentes no que concerne aos objetivos e a natureza das explicações funcionais. Mesmo com as evidentes diferenças entre as abordagens desenvolvidas por Cummins e Wright, foi proposto por alguns filósofos a união entre as duas abordagens, gerando assim uma abordagem unificadora. Philip Kitcher (1993) foi um dos autores que propôs essa abordagem. Philip Kitcher (1993) inicialmente argumenta que existe alguma unidade de concepção que se estende através das atribuições das funções no decorrer da história da biologia, assim como na utilização contemporânea tanto em contextos biológicos como não-biológicos. Segundo Kitcher (1993, p. 379) *“This unity is founded on the notion that the function of an entity S is what S is designed to do.”* Para exemplificar tal afirmação Kitcher (1993), afirma que é facilmente observável a conexão entre o design e a função até mesmo nas nossas referências diárias, por exemplo a função da alavanca de uma ratoeira é liberar a barra de metal, quando a extremidade da alavanca está comprimida (quando o rato pega o queijo) a alavanca cumpre o seu papel (ela foi colocada para exercer tal função. Kitcher tem como objetivo propor uma síntese que combinaria as visões teóricas de Cummins e de Wright acerca das funções, sendo que o que serviria como um elo de ligação seria o conceito de design. Segundo Kitcher, as utilizações da função deveriam estar conectadas à fontes de design, assim sendo, as intenções humanas e a seleção natural, são consideradas as duas principais fontes.

Godfrey-Smith (1993), critica a unidade que Kitcher deseja construir, tal autor afirma que o que Kitcher não consegue construir tal unidade. Godfrey-Smith, defende em sua tese que na contemporaneidade na filosofia da biologia no debate acerca das funções, há um consenso sobre a não unidade no debate. Essa concordância se dá pois há duas abordagens desenvolvidas sobre o tema, onde cada uma das abordagens possui um domínio próprio para o seu emprego. A unidade está ausente porque não é possível conciliar tais abordagens, em uma única abordagem, que poderia ser aplicada para todos os fenômenos biológicos. Segundo Godfrey-Smith (1993), essas abordagens não podem ser conciliadas, porque cada uma das áreas com diferentes marcos teóricos irá observar o mundo natural através de um diferente viés, evidenciando alguns aspectos e negligenciando outros.

O argumento de Godfrey-Smith, mesmo que aparentemente trivial, é de suma importância. Não é possível observar algo sem estar em algum lugar. Quando um indivíduo

se expressa sobre o mundo, ele o faz sempre a partir de uma perspectiva teórica a qual ele se apoia. *“A variedade de opiniões é necessária para o conhecimento objetivo. E um método que estimule a variedade é o único método compatível com a concepção humanitarista.”* (Feyerabend, 2011, p.57). Devido a isso, unir dois pressupostos bem distintos como os de Cummins e de Wright, que parecem de certa forma contraditórias, pode ser algo pouco plausível.

A teoria desenvolvida por Wright tem como característica enfatizar a estrutura histórica do mundo vivo, sendo a origem dos traços associadas a elas, que seriam explicados através das funções. A teoria desenvolvida por Cummins salienta as complexas relações entre as capacidades sistêmicas e as capacidades que são partes do sistema. Segundo Godfrey-Smith:

But the categories we recognize now should be determined, of course, by our own world view. The analyses of Wright and Cummins locate functional attribution within two distinct explanatory modes which are legitimate parts of our contemporary world view. Natural and artificial selection exist, and the attributes of various things can be explained in terms of selective histories. Complex, organized systems also exist, and have global capacities which may be explained in terms of the capacities of component parts. These are two legitimate explanatory modes within the sciences. Crucially for us, these are two different explanatory modes within science. There is not some single explanatory project, distinct from others, which encompasses these two modes. They are two different kinds of understanding we can have of a system. This is why I view Kitcher's proposal as offering a false unity, a unity which should be resisted in the interests of maintaining an accurate understanding of different explanatory strategies in the sciences. (Godfrey-Smith, 1994, p.204)

and effect in biology, do ano de 1961, sendo que o mesmo argumento foi também discutido em outros trabalhos. Mayr (1988), divide a biologia em duas sendo elas a biologia evolutiva e a biologia funcional. Jacob (2003) por sua vez como Mayr sustenta a divisão na biologia, esta divisão se dá como a biologia tomista e a biologia integrista. Gustavo Caponi (2001,2002), retoma a importância da distinção, considerando-a, sendo que:

No se trata, claro, de una oposición entre paradigmas o programas en pugna;

Nesse sentido, podemos concebê-las como explicações etiológicas. Um questionamento característico da área, poderia ser, por exemplo, porque os primatas tem visão binocular?

A abordagem desenvolvida por Cummins, caracteristicamente, parece capturar as utilizações da função nas pesquisas desenvolvidas pela biologia funcional, pois, mediante a análise funcional, as causas próximas que se referem as capacidade dos sistemas vivos, são explicadas de forma adequada. Cummins, propõe uma atribuição para o conceito de função, que explica de modo sincronizado as possíveis funções dos integrantes de um sistema complexo, com base na avaliação de alguma característica que fizesse parte do todo do sistema. As características do sistema podem ser explicadas a partir das capacidades que as partes dos componentes possuem, funções de Cummins.

Wright, diferentemente de Cummins, se utiliza das causas longínquas para compreender os diferentes fenômenos. Na análise filosófica formulada por Wright, o autor utiliza do argumento da origem da característica atual nos seres vivos, ou, de algum dispositivo da cultura humana. Nesse sentido, é possível perceber que a abordagem de Wright, é mais facilmente aplicada a evolução biológica, pois as explicações perpassam uma narrativa evolutiva, ligado diretamente a um contexto natural.

Wright (1973), aparentemente, formula sua noção de função, a partir de um darwinismo ortodoxo. Essa noção de função não está restrita apenas aos seres vivos, e pode ser aplicada também a qualquer dispositivo. Mesmo que, a teoria de Wright esteja fortemente embasada em análises que tem como característica explicar a biologia evolutiva, ela extrapola a evolução biológica. A noção formulada por Wright, é embasada somente na seleção natural, essa servindo como mecanismo etiológico.

A partir dos argumentos apresentados, partimos do pressuposto de que há duas linhas que compõe a ciências biológicas, sendo improvável que possamos uni-las. Esse desejo de unir essas duas correntes, pode ser derivado do positivismo lógico, devido ao desejo de uma busca por uma ciência unificada. Seguindo a ideia de Godfrey Smith:

Caponi (2002), propõe que haja dois tipos de teleologia, sendo que cada uma é parte de cada uma das correntes.

3.2 Larry Wright e as funções

Larry Wright (1973), em seu artigo intitulado *Functions*, argumenta em favor de uma abordagem causal das funções, o qual ele intitulou como consequence-etiology.

As discussões acerca das funções realizadas por Hempel, Carnfield e Sorabji, são consideradas por Wright como falhas, pois contemplavam ideias redundantes, sem atribuir as funções noções esclarecedoras.

The treatments we have so far considered have overlooked, ignored, or at any rate failed to make, one important observation: that functional ascriptions are - intrinsically, if you will explanatory. Merely saying of something, X, that it has a certain function, is to offer an important kind of explanation of X. The failure to consider this, or at least take it seriously, is, I think, responsible for the systematic failure of these analyses to provide an accurate account of functions. (Wright, 1973, p. 154)

Adaptation and natural selection de Williams (1966).

No *Functions*, Wright, inicia fazendo duas considerações. As funções possuem atribuições que servem para fornecer explicações. Como, por exemplo, se falarmos que uma zebra está correndo afim de fugir de um leão, estamos explicando o motivo pelo qual a zebra está correndo. Essa mesma situação vale para os casos denominados funcionais, como, por exemplo, “*Os cílios da gastroderme e as contrações corporais promovem a circulação do conteúdo da cavidade gastrovascular e também sua eliminação através da boca*” (Ribeiro et al, p. 26, 2006), estamos nesse caso explicando porque os cílios da gastroderme e as contrações da cavidade gastrovascular ocorrem.

Para que seja possível sustentar o caráter explicativo que são atribuídos as funções, podemos utilizar a segunda consideração de Wright, que trata da equivalência entre os contextos de perguntas distintas, como segue:

Segundo Wright, as três perguntas acima, demandam a função de x e a resposta que elas recebem pode ser a mesma. Na visão do autor, as questões acima solicitam a função de x , e como consequência, buscam uma elucidação para que x exista. Partindo desse pressuposto, as concessões funcionais devem ser apoderadas como explicações.

A insistência de Wright é de que as atribuições da função tem como necessidade explicar em um sentido forte, pois, para ele as explicações fracas não consideram o essencial que é a função acidente. A pergunta “para que o fígado é bom?” é diferente de “por que os animais tem fígados?” É possível perceber que a segunda questão precisa da justificativa da existência de certos estados em um âmbito particular. A resposta da segunda pergunta está condicionada as funções exercidas pelo fígado. A segunda pergunta parte de um viés diferente “para que o fígado é bom?”, levando a um leque de respostas possíveis, e essas respostas não levam em consideração a relação função/ acidente para serem verdadeiras ou aceitáveis. Historicamente falando, deve ser considerado um acidentes, que os fígados sejam bons para serem comidos empanados. Partindo de uma perspectiva histórica é um acidente que os fígados fiquem gostosos para serem comidos empanados. Porém, no sentido que pretende-se esta não é uma função do fígado, ou seja, não é uma explicação razoável de porque certos animais possuem esse órgão.

A partir do pressuposto acima, podemos concluir que as explicações funcionais devem ser denominadas *etiológicas*, pois, elas tem como característica enunciar o cenário causal que foi responsável por dar origem ao fenômeno considerado. As explicações funcionais são tratadas por Wright como explicações causais em um sentido amplo. Mas, nas explicações funcionais é necessário discernir o caráter causal mostrando o que as torna distintas das explicações causais corriqueiras. Novamente, Wright, acredita que isso só é possível se for claramente distinguido função de acidente. É possível evitar atribuições funcionais que estão calcadas em acidentes de:

But all of the accident counter example can be avoided if we include as part of the analysis something about how X came to be there (wherever): namely, that it is there because it does Z-with an etiological "because." (Wright, 1973, p. 156)

Para que isso seja possível, Wright propõe que a atribuição de uma função seja feita da seguinte forma:

Wright, salienta que o verbo *to do* (fazer) faz com que surjam algumas questões. Há casos em que falta algo para ser realizado na função, mas ela existe em potência. "In some contexts we will allow that X does Z even though Z never occurs" (Wright, 1973, p. 158). Nessas atribuições funcionais x deve ser capaz de simular z, ou, fazer z.

São necessárias ressalvas para que possamos admitir que a condição (I) tenha a capacidade de ser uma condição necessária para a afirmação que a função de x é z. Todavia, Wright afirma que $f(x)=z$ não é o suficiente para possamos definir função, isto porque, a diferenciação entre causa/função é entre distintas etiologias, e não entre alguma coisa distinta e etiologia. Nesse sentido, é possível afirmar que a etiologia é compartilhada tanto pelas causas comuns como pelas causas funcionais. Por esse motivo é necessário diferenciar essas duas etiologias, para que seja possível salvar a noção de poder explanatório de distintas atribuições funcionais, o qual Wright defende.

Wright para buscar uma definição suficientemente forte de função, analisa a relação entre o oxigênio e a hemoglobina, segundo o autor é atribuído como função a algo indevido. Afirma-se que caracteristicamente a molécula de oxigênio se combina com a hemoglobina, esta

combinação é a razão etiológica para o oxigênio ser encontrado na circulação sanguínea. Porém a função do oxigênio não é se combinar com a hemoglobina, e sim, prover energia através das reações de oxidação, o meio de obter tal fim é se combinar com a hemoglobina. “This is a useful example. It points to a contrast in the notion of "because" employed here which is easy to overlook and crucial to an elucidation of functions. (Wright, 1973, p.159)”. Segundo Wright, tanto a primeira quanto a segunda explicação sugerem etiologias distintas. O carbono também tem a capacidade de se combinar com a hemoglobina porém não gera energia.

Da forma como é apresentado é a natureza da etiologia que terá o papel de determinar que haja etiologias que sejam especificamente funcionais. Sendo assim somente alguns tipos de explicações etiológicas terão como característica explicar funcionalmente.

É necessário, para que seja possível definir o que é função referir as consequências da presença de x . Se z é função de x , logo é uma consequência de x , sendo assim, é possível afirmar que toda a função é uma consequência mesmo que nem toda consequência seja uma função. Se fornecermos uma explicação funcional de x e apelarmos para z , z será sempre uma consequência da existência de x . Observações parecidas com as do verbo *to do* (fazer), são feitas para a segunda cláusula, que ser para complementar a definição de função. Para que possamos afirmar que o processo de fotossíntese é uma consequência da presença de clorofila, devemos permitir que bactérias fotossintetizantes nunca sejam expostas a radiação solar, afim de que não possamos invalidar a função da clorofila.

A segunda cláusula que é incluída é de que z é uma consequência da existência de x . O autor a partir disso desenvolve a sua noção de função e desenvolve a fórmula de atribuição funcional:

The function of X is Z means
(a) X is there because it does Z ,
(b) Z is a consequence (or result) of X 's being there. (Wright, 1973, p. 161)

A primeira definição (a) (*X is there because it does Z*), tem como função mostrar a forma etiológica da explicação funcional, enquanto a segunda definição, (b) (*Z is a consequence (or result) of X 's being there*), tem como função diferenciar as etiologias funcionais das outras etiologias. Wright afirma que, perguntas como “porque b existe?”, ou, “o que b faz?”, com frequência podem se desdobrar numa pergunta do tipo “quais são as consequências que b tem que servem como resposta para sua existência?”.

O argumento de Wright é de que a análise que ele desenvolve é necessária pois a partir dela é elucidado o conceito de seleção natural, mesmo que tal análise não esteja restrita a esse tipo de conceito. Afim de ilustrar tal noção, vamos exemplificar através de uma explicação biológica contextualizada nessa formulação. Quando observamos o comportamento de caça de uma leoa, podemos nos perguntar por qual motivo elas caçam de tal maneira. De forma imediatista podemos afirmar que as leoas tem esse comportamento de predação, pois é dessa forma que elas tem uma maior sucesso na caça de zebras, e como consequência obtêm o alimento. Porém, não é a futura obtenção de certas zebras particulares que irá causar o comportamento na leoa, pois, um evento vindouro não poderá ter eficácia causal em um evento que o antecede. Aqui não há uma inversão da causalidade. Há a simples noção de que a leoa pode manter o comportamento típico de predação e simplesmente não conseguir preda a caça. Portanto, não irão ser eventos vindouros, mas sim alguns eventos passados de predação de zebras que irão proporcionar atualmente a capacidade de se comportar de maneira característica devido ao acúmulo de variações desse comportamento em populações anteriores.

Se aplicarmos a formulação da função de Wright ao caso das leoas, e mantivermos as reservas que foram afirmadas acima, é possível dizer que a função do comportamento característico de caça nas leoas, l , é conseguir alimento, z , se:

- (a) l ocorre pois ele faz z
- (b) z é o resultado de l existir

Nesse sentido, z é uma consequência da existência anterior de l que fez com se se mantivesse nas linhagens das leoas. Evolutivamente falando, em um período da história evolutiva da linhagem das leoas, preda zebras se tornou uma consequência da realização do ato l , pois um número limitado de seres vivos que tinham o comportamento l tinham uma maior frequência do comportamento z . Sendo assim esse grupo possui uma vantagem seletiva do que os outros espécimes onde era ausente tal comportamento, ou o comportamento está parcialmente desenvolvido. Esse grupo tem um maior sucesso predatório e como consequência a um aumento nas chances de reprodução e sobrevivência dessa variante. Portanto, é dessa forma que o comportamento l se mantém hoje nas leoas particulares.

Wright, nos oferece uma forma lógica para alocarmos as atribuições funcionais na biologia evolutiva, diferente das definições de função que são apresentadas por filósofos anteriores a ele. O que a diferencia de forma abrupta das definições anteriores a ele, é a capacidade de distinguir uma função de um acidente, e isso é o que representa um avanço na filosofia da biologia. Esta diferenciação se mantém nas teorias etiológicas que foram

desenvolvidas após Wright, como as de Milikan (1989), Griffiths (1993) e Godfrey-Smith(1994).

3.3 Cummins e a neoteleologia

Cummins, no seu novo trabalho, defende que há dois níveis de explicações que irão recorrer a ideia de função, sendo elas, a análise funcional e a explicação teleológica. Na proposta de Cummins, somente a análise funcional, é que realmente é importante quando falamos acerca da pesquisa em biologia. Segundo Cummins (2002), apesar das explicações teleológicas ainda ocorrerem dentro da biologia, a tendência é de que com o tempo elas sejam extintas. A teleologia para o autor é a noção de que a convocação a função ao propósito de um determinado item tem a capacidade de explicar o motivo pelo qual ele se faz presente em um sistema. O que sobrevive na contemporaneidade da biologia evolutiva, ou pelo menos na filosofia da biologia é o que ele intitula como neoteleologia, que significa que a função que certa coisa desempenha, a aplicação que definimos como sua função, serve como uma pista da sua existência.

Cummins afirma que, a neoteleologia continua mantendo laços fortes com a teleologia tradicional. Como quando é utilizada para pensar por exemplo sobre artefatos, acaba facilmente sendo aplicado aos objetos naturais.

Cummins defende que o apelo incessante da neoteleologia ocorre pois ela coloca a seleção natural como o processo fundamental. Tal noção, tem uma ótima reputação entre os filósofos da biologia, e segundos os neoteleologistas é responsável pelo aumento do *spread* dos itens que possuem alguma atribuição funcional (como o proposto por Wright). O poder de atração da seleção natural, está na eliminação da necessidade de um criador supra natural. Dessa

forma, os neoteleologistas, afirmam que as características estão contidas nas funções, e estão contidas nos organismos pois desempenham funções.

Segundo Cummins, a “função” é legítima quando nos referimos a prática científica, porém a neoteleologia não tem a capacidade de captura-lo. Segundo Cummins “Biological

4 ORIGEM DAS ESPÉCIES: UMA TELEOLOGIA NATURAL

No primeiro capítulo foi explicitado os diferentes tipos de teleologia, e de que forma eles se enquadram de diferentes formas nas ciências biológicas, principalmente no que concerne as teorias evolutivas. Neste capítulo, irei trabalhar com a teoria da evolução desenvolvida na sexta edição da *Origem das espécies* de Charles Darwin, afim de enquadrá-la na teleologia natural, que estará vinculada a relação causal desenvolvida na obra. Como metodologia de trabalho irei explicar de forma resumida a estruturação da obra, utilizando pontos-chave da mesma. A edição utilizada para elaborar esta análise é a sexta edição⁸ que foi lançada no ano de 1872 a última lançada, e que contém, portanto, o pensamento mais completo de Darwin acerca da origem das espécies.

A obra *Origem das Espécies* de Charles Darwin é um marco na ciência, tanto pela sua abordagem evolucionista da origem das espécies, quanto pela sua estratégia argumentativa em favor da hipótese de que a seleção natural é o seu principal mecanismo. Darwin chama sua obra de “um longo argumento”, e este argumento, ou seja, a obra, é estruturado a favor do princípio de seleção natural como fator constante na natureza que determina quais espécies serão preservadas e quais serão extintas, pela preservação das variações úteis a seus possuidores em face de suas “condições de vida” e extinção das que sejam injuriosas. A seleção natural determina a preservação/ extinção na natureza, ela tem o papel de direcionar, para que surjam novas formas aperfeiçoadas, nesse sentido pode-se supor um princípio teleológico, pois tem como causa final o surgimento de uma nova forma aperfeiçoada.

4.1 Uma breve análise da Introdução da *Origem*

A questão-chave a ser respondida na obra, como o seu próprio título antecipa, é a de como novas espécies surgem na natureza, e não como surge a primeira forma de vida. É nesse sentido que Darwin não se desvincula da teleologia cósmica. Charles Darwin, como é relatado na citação abaixo, quando esteve a bordo do Beagle exercendo seu papel como naturalista, pode observar as relações das formações geológicas entre o presente e o passado, verificando a

⁸ Não há uma boa tradução da sexta edição da *Origem das Espécies*, por essa razão será utilizada a sexta edição original, e as citações contidas nessa dissertação estarão no idioma original (inglês).

variação de habitantes no continente sul americano e relacionando-os à variação das formações geológicas ao longo do tempo.

When on board H.M.S. 'Beagle' as naturalist, I was much struck with certain facts in the distribution of the organic beings inhabiting South America, and in the geological relations of the present to the past inhabitants of that continent. These facts, as will be seen in the latter chapters of this volume, seemed to throw some light on the origin of species – that a mystery of mysteries, as it has been called by one of our greatest philosophers. (DARWIN, 1872, p. 1)

A viagem a bordo do Beagle proporcionou a Charles Darwin uma experiência única. Pela possibilidade de observar um ambiente rico em espécies, contribuiu para que Darwin pensasse a respeito de como surgiram as espécies e da relação delas no presente com o seu passado, dado que as espécies no presente diferem daquelas que ocorreram no passado em uma mesma região.

A seleção natural é o princípio atuante que determinará se uma espécie se extinguirá ou se preservará, na medida em que é o mecanismo pelo qual são preservadas e acumuladas variações quando úteis aos indivíduos que as possuem, favorecendo sua sobrevivência e o aumento de sua prole, que herdará as modificações exibidas pela espécie parental. Assim,

As many more individuals of each species are born that can possibly survive; and as, consequently, there is a frequently recurring struggle for existence, it follows that any being, if it vary however slightly in any manner profitable to itself, under the complex and sometimes varying conditions of life, will have a better chance of surviving, and thus be naturally selected. (DARWIN, 1872, p. 3).

A seleção natural direciona ao acúmulo de características benéficas e a deleção de características injuriosas, mas essas características surgem em conformidade a natureza do organismo.

Segundo Darwin, os indivíduos de uma mesma população possuem diferenças individuais (contidas na natureza do organismo). Não é pois de estranhar que surjam variações em indivíduos de uma mesma espécie e que possam lhes ser benéficas, sendo acumuladas “em uma dada direção” e tendendo a ser fixadas pela seleção natural. O acúmulo de características benéficas pode levar uma única espécie a se diferenciar em duas, acarretando assim o processo de especiação. Mesmo dependendo de inúmeros fatores, a seleção natural determina quais são as formas ideais para um determinado período,

Na Introdução da obra, o autor argumenta em favor da sua hipótese do princípio de seleção natural, inter-relacionando fatos utilizados na obra que segundo Darwin, devem ser suficientes na maioria dos casos, mas que Darwin admite ser futuramente essencial publicá-los detalhadamente. Para sustentar sua hipótese, Darwin não se utiliza apenas de um molde experimento/ resultado, e sim de um jogo de argumentos que favoreçam sua hipótese:

I can here give only the general conclusions at which I have arrived, with a few facts in illustration, but which, I hope in most cases will suffice. No one can feel more sensible that I do of the necessity of hereafter publishing in detail all the facts, with references, on which my conclusions have been grounded; and I hope in a future work to do this. For I am well aware that scarcely a single point is discussed in this volume on which facts cannot be adduced, often apparently leading to conclusions directly opposite to those at which I have arrived. A fair result can be obtained only by fully stating and balancing the facts and arguments on both sides of each question; and this is here impossible. (DARWIN, 1872, p.2)

Segundo Darwin, os seres vivos não foram criados de forma independente, e sim, de espécies anteriores surgiram descendentes diferenciados de onde puderam ser geradas novas espécies. Tal fato pode ser explicado pelo processo de seleção natural, onde o indivíduo mais bem adaptado será selecionado. A consequência disto é o aumento no número de descendentes em relação aos outros indivíduos da mesma espécie que não possuem tal característica benéfica. Aumentando a população modificada, estes terão mais chances de sobreviver, porque herdarão as vantagens de seus pais na “luta pela existência” e deixarão um maior número de descendentes, até que surjam formas mais aptas que venham a vencer as existentes. A pressão do meio sobre os indivíduos se dá como um fator genérico para modificação das espécies. A falta de alimentos, o clima e todas condições externas aos seres vivos influenciam na sua variação, mas as variações não podem ser atribuídas meramente a essas condições. Os dois trechos a seguir deixam caracterizadas as afirmações acima:

As many more individuals of each species are born than can possibly survive; and as, consequently, there is a frequently recurring struggle for existence, it follows that any being, if it vary however slightly in any manner profitable to itself, will have a better chance of surviving, and thus be naturally selected (DARWIN, 1872, p.3).

Naturalists continually refer to external conditions, such as climate, food, &c., as the only possible cause of variation. In one limited sense, as we shall hereafter see, this may be true; but it is preposterous to attribute to mere external conditions [...] (DARWIN, 1872, p.2)

É preciso considerar a natureza do organismo em relação com o meio-ambiente.

Charles Darwin, na *Origem das Espécies*, utiliza-se do todo da obra para argumentar em favor da sua hipótese. O autor afirma que a seleção natural é o fator chave para a preservação ou extinção das espécies, sendo este o princípio que regerá o sistema evolutivo. Reger em um sentido de direcionar.

4.2 Uma breve análise do Capítulo I *Variation Under Domestication*

No primeiro capítulo do “abstract”, como Darwin mesmo chama seu livro, ele diz: “*I shall devote de first chapter of this Abstract to Variation under Domestication.*” (DARWIN, 1872, p. 3), Darwin trata da variação na domesticação. O capítulo tem como foco mostrar as modificações que os homens puderam realizar pela sua Seleção de pequenas variações, sendo capazes de gerar espécies cultivadas mais adaptadas a diversas situações. Essas formas cultivadas podem então ser consideradas como selecionadas pelo homem. Neste primeiro capítulo Darwin dará o aporte inicial para a argumentação em favor do princípio de seleção natural. Foi possível utilizar dos pombos como evidência para o processo de seleção natural, e variações dentro de uma mesma prole. Porque os pombos são monogâmicos, e por isso é possível verificar as diferenças de uma mesma prole, ou proles de um mesmo casal ao longo do tempo. Determinando assim que uma mesma prole possui indivíduos com características distintas. Darwin não defende a tese do intercruzamento para a produção de novas espécies. Ao contrário, defende a seleção de variações – surgidas de causas desconhecidas – para explicar o surgimento de novas espécies. O que ocorre sob domesticação será usado como um dos argumentos em favor do princípio de Seleção Natural, tendo nesse caso o autor se utilizado de uma analogia entre o estado de domesticação (onde ocorre a seleção artificial, feita pelo homem) e o estado de natureza (seleção pela própria natureza).

O capítulo I da obra é intitulado “*Variation Under Domestication*” (DARWIN, 1872, p.5), Darwin utiliza da variação sob domesticação para introduzir as causas intrínsecas de variabilidade. Através do acúmulo de pequenas modificações, o ser humano pode selecionar pequenas características de forma gradual, podendo assim determinar o surgimento de novas variedades que podem levar ao surgimento de novas espécies. Segundo Darwin, os indivíduos pertencente à mesma variedade ou subvariedade quando são domesticados durante muito tempo apresentam uma variabilidade maior do que qualquer variedade encontrada em meio natural.

Esta maior variabilidade é encontrada em meio doméstico pela maior plasticidade nas condições de vida:

When we compare the individuals of the same variety or subvariety of our older cultivated plants and animals, one of the first points which strikes us is, that they generally differ more from each other than do the individuals of any one species or variety in a state of nature. And if we reflected on the vast diversity of the plants and animals which have been cultivated, and which have varied during all ages under the most different climates and treatment, we are driven to conclude that this great variability is due to our domestic productions having been raised under conditions of life not so uniform as, and somewhat different form, those to which the parent-species had been exposed under nature. There is, also, some probability in the view propounded by Andrew Knight, that this variability may be partly connected with excess of food (DARWIN, 1872, p. 5).

Tendo como base o surgimento de pequenas características em meio doméstico, o autor conclui que naturalmente os seres vivos têm a capacidade de exibir pequenas variações. Essas pequenas variações surgem devido à natureza do organismo de gerá-las, não surgem necessariamente devido a algum tipo de pressão como no uso e desuso. Porém Darwin, não nega a existência do uso e desuso, ele nega é que esse seja um fator fundamental.

Darwin argumenta em favor da existência de variabilidade em ambos os meios, porque, por mais antigo que seja o processo de domesticação o homem retirou o ser vivo do meio natural, em algum momento. Embora sem a prodigalidade que ocorre sob domesticação, na natureza também observamos variedades. Se o ser vivo pertencia ao meio natural, e em meio artificial é possível observar o acúmulo de pequenas variações ao longo do tempo, em meio natural ele já possuía tal capacidade.

A seleção realizada pelo homem foi inicialmente uma seleção inconsciente. Posteriormente, teve como foco produzir os melhores animais ou plantas, e com isto a seleção com a finalidade de preservá-los para dar continuidade à produção. A finalidade da seleção pelo homem relaciona-se com a preservação de características úteis para ele. Este acúmulo de pequenas variações permite que haja inúmeras variedades em meio artificial, sendo o papel do homem selecionar aquelas que mais lhe são úteis.

O ser humano para satisfazer suas necessidades utiliza vários mecanismos que irão compor seu processo de seleção. Um dos mecanismos utilizado principalmente em plantas é o processo de hibridização. Este processo consiste em cruzar variedades diferentes, porém semelhantes o suficientes para gerarem uma prole, que pelas características dos genitores possam ter

características benéficas para o seu cultivo. Estas variedades semelhantes podem ser trazidas pelo homem de regiões distintas. Se existissem em meio natural não se encontrariam e não ocorreria a geração de uma nova variedade. O homem seleciona as variedades que mais o interessam. Na natureza, a seleção se dá por meio de processos naturais, como o da polinização e dispersão.

Em meio natural, o processo de seleção ocorre a partir de um mecanismo inconsciente e lento, acumulando assim pequenas variações que podem se tornar estruturas complexas. *“But, for our purpose, a form of Selection, which may be called conscious, and which results from every one trying to possess and breed from the best individual animals, is more important”* (DARWIN, 1872, p.25). Todo mecanismo de seleção, cruzamento e dispersão ocorre também sem o auxílio do homem, mais lenta, mas mais solidamente. De nada adianta o acúmulo gradual de variações, se não preservadas pela seleção natural, que age pelo bem dos seus possuidores. É possível afirmar que, entre as causas de mudança, tanto a seleção natural (como a seleção pelo homem) é a força predominante propiciará o surgimento de novas espécies e a extinção de outras ao longo do tempo. *“Over all these causes of Change, the accumulative action of Selection, whether applied methodically and quickly, or unconsciously and slowly but more efficiently, seems to have the predominant Power.”* (DARWIN, 1872, p. 32). Apesar da força da seleção pelo homem, ela não pode ir contra a seleção natural, pelo contrário, deve se utilizar dela. Enquanto a seleção natural independe da seleção pelo homem.

4.3 Uma breve análise do Capítulo II *Variation Under Nature*

O capítulo II da obra é intitulado *“Variation Under Nature”* (DARWIN, 1872, p.33) Darwin aborda a forma como ocorre o processo de variação em meio natural. De forma bem enfática, neste capítulo também é abordada a fragilidade da classificação de indivíduos no que concerne o nível da espécie. Essa fragilidade é causada principalmente pela ausência de um conceito unificador do que seja uma espécie propriamente dita. Relacionando exemplos ligados a diferentes formas de vida em meio natural, com a fragilidade do sistema classificatório, Darwin argumenta em favor da descendência comum com modificação como critério. Além disso, o autor se utiliza dos argumentos favoráveis à variação doméstica e a seleção do homem⁹ do Capítulo I em favor da variação em meio natural e a seleção natural, *“[...] and they thus afford*

⁹ Selection by man.

materials for natural selection to act on ad accumulate, in the same manner as man accumulates in any given direction individual differences in his domesticated productions.” (DARWIN, 1872, p. 34). Esse entrelaçamento argumentativo entre os capítulos sugere que o termo “um longo argumento” é coerente com a forma de estruturação da obra.

Darwin, na *Origem*, afirma que as diferenças (variações) ocorrem já em uma mesma prole. Essa afirmação pode ser confirmada observando-se uma mesma prole, como também observando indivíduos adultos de uma mesma espécie. Em meio natural, mesmo em uma única população confinada, é possível observar pequenas variações entre os indivíduos que a compõe. A variação ocorrente em meio natural é de suma importância para a argumentação em favor do processo evolutivo. Sem pequenas variações a evolução seria impossível já que as espécies seriam “estáticas¹⁰”.

A classificação de seres vivos no nível da espécie tal como então praticada é criticada por Charles Darwin, isso porque não havia um conceito suficientemente estabelecido para espécie. A ausência de conceitos únicos de espécie e de variedade fazia com que organismos fossem classificados de forma arbitrária, dificultando a precisão de um critério. Apesar disso, todos sabem, ainda que vagamente, do que se trata:

No one definition has satisfied all naturalists; yet every naturalist knows vaguely what He means when he speaks of a species. Generally, the term includes the unknown element of a distinct act of creation. (DARWIN, 1872, p.33)

The term variety, again, in comparison with mere individual differences, is also applied arbitrarily, for convenience sake. (DARWIN, 1872, p. 42)

A falta de padrão e a ausência de um conceito propriamente dito de espécie e variedade tornam-se uma “arma argumentativa” para Darwin. Esta “arma” possibilita que Darwin argumente em favor do acúmulo de pequenas variações através do processo de seleção natural. Este acúmulo pode ser significativo ao ponto de propiciar que surjam novas variedades. A fragilidade da conceituação leva a uma classificação arbitrária. A arbitrariedade acaba por impossibilitar os naturalistas de observarem a importância e a magnitude que as pequenas variações quando acumuladas podem causar e de verem que “espécies são apenas variedades bem marcadas” e “variedades são apenas espécies incipientes”.

¹⁰ Estáticas no sentido de serem incapazes de exibir variações se comparadas aos pais.

Para Darwin, só seria possível diferenciar definitivamente variedades de espécies se fosse possível encontrar as formas intermediárias. Estas formas fariam a ligação entre espécies e variedades, partindo do pressuposto de que o acúmulo de pequenas variações selecionadas leva a modificação dos indivíduos. Com relação ao crescimento populacional de um determinado gênero, ele é relacionado com o número de indivíduos que o compõe. Quanto maior a densidade populacional de um gênero maior a tendência dele crescer. Esta relação leva a seguinte afirmação: quanto mais dominante, mais tenderá a aumentar a dominância. Esta afirmativa é justificada no sentido em que, quanto mais indivíduos, maior a prole. Sendo maior a prole mais diferenças ocorrerão, ou seja aumentará a variabilidade. Quanto maior a variabilidade, maior é a chance de sucesso evolutivo. Neste sentido Darwin estrutura o seu discurso numa relação todo parte, acumulando relações entre diferentes argumentos em favor de sua tese, sendo os pontos- chave nesse capítulo:

- a) A fragilidade do conceito de espécie.
- b) Diferenças individuais.
- c) Processo de Seleção pelo Homem.

Da fragilidade ele determina a incapacidade dos naturalistas até o momento terem observado a importância das diferenças que naturalmente ocorrem mesmo em indivíduos aparentados. As diferenças individuais levarão o autor a argumentar em favor da evolução, já que elas podem ser acumuladas em meio natural como é feito pelo homem através do processo de domesticação.

4.4 Uma breve análise do Capítulo 3 *Struggle for Existence*

A sustentação da seleção natural no terceiro capítulo ganha como aliado argumentativo a luta pela existência. A luta pela existência é baseada no princípio de Malthus relacionado com a disputa entre os indivíduos por recursos naturais básicos. Estes recursos são aqueles que permitirão que o indivíduo sobreviva. Esta luta ocorre tanto entre indivíduos pertencentes a distintas espécies, como aqueles pertencentes à mesma espécie. Darwin considera a luta pela existência mais acirrada entre indivíduos da mesma espécie, que habitam a mesma região, concorrem pela satisfação das mesmas necessidades para sobreviverem e estão sujeitos às mesmas ameaças. *“But the struggle will almost invariably be most severe between the individuals of the same species, for they frequent the same districts, require the same food, and are exposed to the same dangers”* (DARWIN, 1872, p.59).

Os argumentos em favor da tese de seleção natural se estruturam da seguinte forma:

- a) Os indivíduos de uma mesma prole possuem características distintas um dos outros, isto serve então como argumento em favor da variabilidade.
- b) Os indivíduos competem entre si por recursos por causa da razão geométrica de crescimento, esta levando a metáfora da luta pela existência.
- c) Se os indivíduos de uma mesma prole possuem variabilidade, e, inevitavelmente lutarão para sobreviver, o sobrevivente será o que possuir uma variação em seu favor.
- d) O mais apto ou sobrevivente será naturalmente selecionado.
- e) Sendo benéficas, essas variações podem ser acumuladas à medida que novas variações surgirão.

É possível notar claramente a relação estabelecida entre cada um dos argumentos, um dá suporte ao outro em favor da tese darwiniana.

O terceiro capítulo é intitulado “*Struggle for Existence*” (DARWIN, 1872, p.48). Nele a doutrina de Malthus é vista como sendo aplicada tanto à vida animal quanto à vegetal. Essa doutrina determina a existência de controles do ambiente para impedir o crescimento populacional indefinido com crescimento a uma taxa geométrica, enquanto o alimento cresce a uma taxa aritmética. Nesse sentido, com a escassez de recursos os indivíduos tendem a competir tanto intraespecificamente quanto interespecificamente para poderem sobreviver. Esse fator Darwin denomina como a luta pela existência. Com a visão de luta pela existência tendo lugar na natureza, Darwin introduz o conceito de seleção natural, que diz respeito à seleção do mais adaptado, ou seja, aquele capaz de ser o “vencedor” na luta pela existência. Este termo é de um caráter metafórico, pois atribui ao mesmo um novo significado ligado à competição inter e intraespecífica devido a diversos fatores, que levarão a atuação do processo de seleção natural como fator natural determinante para a perpetuação das espécies. Em relação à amplitude do termo luta pela existência, podemos incluir como de maior importância que não leva em conta apenas a vida do indivíduo incluindo a capacidade de gerar e permitir que descendente sobrevivam.

I should premise that I use this term in a large and metaphorical sense including dependence of one being on another, and including (which is more important) not only the life of the individual, but success in leaving progeny (DARWIN, 1872, p. 50).

Neste sentido, há uma diferença significativa do conceito definido por Malthus, que limitava-se a explicar a sobrevivência do indivíduo, através da relação com a produtividade de alimento

do ambiente. Darwin amplia este conceito, no sentido em que ele ganha novas atribuições, estando relacionado com o surgimento de novas características que possibilitam a perpetuação das espécies. Com seu significado darwiniano, “struggle for existence” distanciar-se bastante do seu significado malthusiano. Para Darwin a “luta pela existência” é um fator que auxilia no resultado positivo do surgimento de novas espécies, como formas novas e aperfeiçoadas em relação às parentais. Para Malthus a “luta pela existência” não seria meio de aperfeiçoamento e sim um mero agente natural determinístico sobre a relação ambiente-vida e entre homens, na sociedade, conducente à miséria e a degradação moral.

No capítulo III da obra *Origem das Espécies*, o termo luta pela existência é utilizado pelo autor de uma forma ampla. A amplitude deste conceito metafórico propicia o autor estabelecer uma relação de influência com o princípio de seleção natural. “*Its bearing on natural selection.*” (DARWIN, 1872, p.48).

Darwin destina o início do terceiro capítulo para recapitular o que já foi exposto até então. O foco desta recapitulação está relacionado à capacidade dos indivíduos exibirem pequenas variações. Estas, se acumuladas, podem levar ao surgimento de novas variedades. O autor recapitula em favor da variabilidade, porém ressalta que esta característica não é suficiente para argumentar a favor do processo de especiação.

But the mere existence of individual variability and of some few well-marked varieties, though necessary as the foundation for the work, helps us but little in understanding how species arise in nature. (DARWIN, 1872, p.48)

Para Malthus, a luta pela existência, tem o significado baseado no crescimento geométrico da população e no crescimento aritmético do alimento. Isto significa que as populações possuem uma maior facilidade de aumentar o número de seus indivíduos, porém o alimento necessário para mantê-las, ou permitir a continuidade do seu aumento é reduzida. “*A struggle for existence inevitably follows from the high rate at which organic beings tend to increase.*” (DARWIN, 1872, p.50). Mesmo sendo inevitável a relação da luta pela existência com o crescimento geométrico da população, Darwin amplia a metáfora de luta pela existência, servindo esta, como aporte para o princípio de seleção natural, tendo papel fundamental no surgimento de novas espécies.

4.5 Uma breve análise do Capítulo 4 *Natural Selection; or Survival of the Fittest*

Na introdução da obra, Darwin afirma que no quarto capítulo a seleção natural será tratada de forma mais longa e específica, e será visto de que forma este princípio serve como aporte para questões como a extinção das espécies menos adaptadas “*This fundamental subject of Natural Selection will be treated at some length in the fourth chapter [...]*” (DARWIN, 1872, p.3). Frequentemente, Darwin utiliza-se de argumentos em favor de sua tese já mencionados nos capítulos anteriores, ou indica que serão explicitados em capítulos posteriores, para o esclarecimento do funcionamento específico do processo de Seleção Natural. Em favor de sua tese, o autor argumenta estabelecendo uma relação todo¹¹ (o um longo argumento) -parte (os argumentos parciais dos capítulos). Sua tese explica tanto o surgimento, como a extinção de espécies.

O capítulo IV intitula-se “*Natural Selection; or Survival of the Fittest*” (DARWIN, 1872, p.62). Darwin aborda as possíveis causas da Seleção Natural sobre os seres vivos, a forma como a seleção age, e as consequências dela sobre os indivíduos.

Darwin inicia o capítulo com duas questões, sendo elas: “*How will the struggle for existence, briefly discussed in the last chapter, act in regard to variation? Can the principle of selection, which we have seen is so potent in the hands of man, apply under nature?*” (DARWIN, 1872, p.62).

As questões acima não foram propostas por acaso, pois estão relacionadas aos capítulos I, II e III. Estes servirão como base para a argumentação do autor em favor do princípio de Seleção Natural. A partir dessas questões, o autor faz a recapitulação dos capítulos anteriores. O ato de levantar estes questionamentos no início do capítulo é uma estratégia argumentativa, relacionando todo o assunto abordado até o momento em favor da tese. Esta estratégia argumentativa utilizada por Darwin tem por finalidade convencer o leitor, dando uma maior confiabilidade para o seu longo argumento.

As ilustrações da ação da seleção natural, ou sobrevivência do mais apto (DARWIN, 1872, p. 70), tem como foco explicar de que forma a seleção atua em diferentes situações. Nessa seção, Darwin exemplifica em várias situações, de que forma a seleção natural atua em favor do mais apto. Para ser o mais apto, características favoráveis devem ser acumuladas ao longo das gerações: “*Natural selection acts only by the preservation and accumulation of small*

¹¹ “Em Darwin, o “todo” constitui-se antes como a rede de relações na qual e à luz da qual os indivíduos são preservados ou eliminados e prestam sua contribuição ao todo. O que determina o constante dinamismo desse todo é a política e a economia (do sistema) da Natureza, com seus espaços a serem melhores ocupados e o surgimento de formas mais ou menos aptas em relação as suas complexas “condições de vida” (Regner, 2004, p.55)

inherited modifications, each profitable to the preserved being [...]” (DARWIN, 1872, p.75).

A seleção natural, no acúmulo de características favoráveis a seus portadores não se limita à relação intraespecífica. Darwin amplia esta visão e, de uma forma sistêmica, relaciona o princípio com as diferentes formas de vida que venham a interagir entre si. Os seres vivos não habitam locais de forma isolada, pelo contrário, necessitam a inter-relação para sobreviverem. Trazendo um exemplo singular, Darwin amplia o conceito de seleção natural:

[...] as the fertility of this clover absolutely depends on bees visiting the flowers, if humble bees were to become rare in any country, it might be a great advantage to the plant to have a shorter or more deeply divided corolla, so that the hive-bees should enable to suck it flowers. Thus I can understand how a flower and a bee might slowly become, either simultaneously or one after the other, modified and adapted to each other in the most perfect manner, by the continued preservation of all the individuals which presented slight deviations of structure mutually favourable to each other (DARWIN, 1872, p.75).

Quando nos referimos ao capítulo IV, que traz a luz o conceito de seleção natural, se faz necessário explicitar o que significa natureza para Darwin, e como ela se diferencia dos atos produzidos pelo homem em sua seleção. O autor compreende a dificuldade de despersonalizar o termo natureza, por isto se refere a ela como sendo um conjunto de diferentes leis naturais agregadas, que nós podemos verificar. *“So again it is difficult to avoid personifying the word Nature; but I mean by Nature, only the aggregate action and product of many natural laws, and by laws the sequence of events as ascertained by us.”* (DARWIN, 1872, p. 63). As explicações dadas por Darwin, são principalmente qualitativas e mecanicistas, sendo que as bases que fundamentam a ciência são geralmente determinadas como regularidades ocorrentes entre variáveis, que servem para capturar relações causa/efeito que podem ser generalizáveis.

A natureza exerce um poder maior que o homem, pois ela possibilita a modificação de pequenas estruturas, tanto internas como externas. Enquanto o homem no processo de domesticação, consegue atuar apenas sobre características externas para o seu próprio bem, ele é regido pelo sistema natural, que limita sua atuação. A natureza exerce um papel fundamental no todo de uma estrutura viva e ao contrário do homem não está preocupada com a aparência que o ser vivo possa tomar, porém a natureza seleciona características conforme a tendência de cada organismo.

Nature, if I may be allowed to personify the natural preservation or survival of the fittest, cares nothing for appearances, except in so far as they are useful to any being. She can act on every internal organ, on every shade of constitutional

difference, on the whole machinery of life. Man selects only for his own good: Nature only for that of the being which she tends. Every selected character is fully exercised by her, as is implied by the fact of their selection (DARWIN, 1872, p. 65).

4.6 Uma breve análise dos Capítulos 5 ao 10, e, 11 ao 15.

No quinto capítulo da obra, serão abordadas as complexas leis de variação. Nos cinco capítulos subsequentes Darwin procura analisar as dificuldades para a aceitação da teoria. No sentido de superação das dificuldades, o autor procura trata-las com o intuito de demonstrar a superioridade da sua teoria sobre a sua maior oponente, o Criacionismo.¹² A obra *Origem das Espécies* é estruturada a fim de possuir em cada capítulo argumentos em favor da tese de seleção natural. Os cinco últimos capítulos (caps. XI-XIV), tratam daquelas áreas em que é clara a superioridade argumentativa de sua teoria. Para concluir a obra, Darwin tem a preocupação de recapitular os argumentos em favor de sua tese, e, neste sentido, o capítulo XV Recapitulação e Conclusão tem esta função. Essa recapitulação é estruturada para abarcar os pontos-chave da obra que servem como argumentos favoráveis a sua tese. Dessa forma, o leitor compreenderá a totalidade da obra, sendo esta fundamentada a fim de argumentar em favor do princípio de seleção natural. Nesse sentido, o próprio autor vê a recapitulação como necessária, por se tratar de um longo argumento. “*As this whole volume is one long argument, it may be convenient to the reader to have the leading facts and interferences briefly recapitulated.*” (DARWIN, 1872, p.404).

O acúmulo de pequenas características ocorre tanto em meio natural assim como em meio doméstico. Sendo o acúmulo de pequenas variações ligadas intimamente às complexas leis de variação. Pois sem a variabilidade, não haveria acúmulo de características distintas. Charles Darwin, no que concernia as teorias de hereditariedade, era adepto da teoria da pangênese. Nessa teoria, as diferentes partes de um organismo tem a capacidade de gerar partículas que são chamadas de gêmulas, essas partículas são direcionadas até as células germinativas. Quando ocorre a reprodução sexuada, ocorre uma mistura das partículas que provem da fêmea e do macho, sendo assim é gerado um novo organismo que possui características dos dois envolvidos. Na teoria da pangênese, quando o organismo sofre

¹² Trata-se aqui de Criacionismo em seu sentido técnico, como a visão segundo a qual cada espécie teria sido criada por um ato especial de criação. Não se trata da questão de existir ou não Deus.

alterações durante a sua vida, as gêmulas são alteradas, e como consequência essas alterações podem ser transmitidas para as gerações subsequentes.

It is universally admitted that the cells or units of the body increase by selfdivision or proliferation, retaining the same nature, and that they ultimately become converted into the various tissues and substances of the body. But besides this means of increase I assume that the units throw off minute granules which are dispersed throughout the whole system; that these, when supplied with proper nutriment, multiply by self-division, and are ultimately developed into units like those from which they were originally derived. These granules may be called gemmules. They are collected from all parts of the system to constitute the sexual elements, and their development in the next generation forms a new being; but they are likewise capable of transmission in a dormant state to future generations and may then be developed. Their development depends on their union with other partially developed or nascent cells which precede them in the regular course of growth. Gemmules are supposed to be thrown off by every unit, not only during the adult state, but during each stage of development of every organism; but not necessarily during the continued existence of the same unit. Lastly, I assume that the gemmules in their dormant state have a mutual affinity for each other, leading to their aggregation into buds or into the sexual elements. Hence, it is not the reproductive organs or buds which generate new organisms, but the units of which each individual is composed. These assumptions constitute the provisional hypothesis which I have called Pangenesis. (DARWIN, 1868, p. 457)

As principais forças atuantes em cada um dos meios se diferem, porém exercem a mesma função, ou seja, propiciar o acúmulo de características favoráveis. Quem desempenha o papel de seletor destas características em meio natural é a seleção natural, e em meio doméstico é a seleção pelo homem.

Chamar a *Origem das Espécies* de um longo argumento é coerente, pois a obra se estrutura de tal maneira que os assuntos de cada capítulo se entrelaçam, afim de um dar suporte ao outro, tendo como função a necessidade de argumentar em favor do princípio de seleção natural. Novamente explicitando a relação todo-parte, a novidade argumentativa utilizada pelo autor, a estrutura geral do capítulo XV é constituída por seis pontos principais sendo eles:

- 1) A recapitulação das objeções à teoria de Seleção Natural.
- 2) A recapitulação das circunstâncias gerais e específicas a favor da teoria.
- 3) Causas da crença geral na imutabilidade das espécies.
- 4) Até que ponto a teoria de Seleção Natural poderia ser estendida.
- 5) Efeitos da adoção da teoria de Seleção Natural.
- 6) Considerações finais, visando reforçar a eficiência da Seleção Natural.

A estrutura da recapitulação é explicitada pelo autor no parágrafo inicial deste capítulo conforme a citação abaixo:

Recapitulation of the objections to the theory of Natural Selection - Recapitulation of the general and special circumstances in its favour - Causes of the general belief in the immutability of species - How far the theory of Natural Selection may be extended - Effects of its adoption on the study of Natural History - Concluding remarks (DARWIN, 1872, p. 404).

A recapitulação visa propiciar ao autor uma forma mais sucinta de argumentar em favor de sua tese. Não é por acaso que Darwin inicia a recapitulação com as objeções a sua tese. Estas objeções podem ser denominadas como as possíveis “fraquezas” que a tese apresenta. As objeções à tese de princípio de seleção natural, estão dispostas dos capítulos VI ao XI, contendo nestas também a sustentação empírica da tese. Os capítulos com estão elencados com o assunto principal abaixo:

- a) Capítulo VI: Apresenta, entre outras, a dificuldade da teoria dos descendentes com modificação, pela ausência ou raridade de formas ou graus intermediários
- b) Capítulo VII: Apresenta, entre outras, a dificuldade da aceitação de que o acúmulo de pequenas características possa levar ao surgimento de novas formas orgânicas.
- c) Capítulo VIII: Apresenta a dificuldade da aceitação de que os instintos surgem de forma gradual, sendo objeto da seleção natural.
- d) Capítulo IX: Apresenta a objeção de que os indivíduos híbridos são estéreis para que evite a confusão de gerar indivíduos frutos de espécies distintas.
- e) Capítulo X: Apresenta a objeção da ausência de variedades intermediárias atualmente, com base nos registros fósseis
- f) Capítulos XI até o XIV: tratam das evidências favoráveis ao princípio de seleção natural.

Darwin refuta as objeções para que possa dar uma maior confiabilidade para o princípio de seleção natural, e assim constituir a recapitulação de modo a convencer o leitor da capacidade explicativa de sua tese. Uma das “fraquezas” da tese refere-se à explicação da formação de órgãos dotados de estruturas complexas e instintos, a partir do acúmulo de inúmeras pequenas variações, sendo tais características benéficas para o seu possuidor (Capítulo VI, *Difficulties of the Theory*). Através da relação todo-parte, considerando o poder explicativo da teoria como um todo e seu poder explicativo em relação a fenômenos isolados, Darwin procura convencer

o leitor de que o acúmulo de pequenas variações na “luta pela existência”, palco em que a seleção natural atua, é uma explicação plausível mesmo para os casos mais difíceis, como o da explicação do surgimento de características complexas, tornando assim esta objeção um ponto favorável a tese:

That many and serious objections may be advanced against the theory of descent with modification through variation and natural selection, I do not deny. I have endeavoured to give to them their full force. Nothing at first can appear more difficult to believe than that the more complex organs and instincts have been perfected, not by means superior to, though analogous with, human reason, but by the accumulation of innumerable slight variations, each good for the individual possessor. Nevertheless, this difficulty, though appearing to our imagination insuperably great, cannot be considered real if we admit the following, propositions, namely, that all parts of the organisation and instincts offer, at least, individual differences - that there is a struggle for existence leading to the preservation of profitable deviations of structure or instinct - and lastly, that gradations in state of perfection of each organ may have existed, each good of its kind. The truth of these propositions cannot, I think, be disputed (DARWIN, 1872, p. 404).

A objeção de que não há evidência da variação das espécies ao longo do tempo (ausência de formas transicionais no grau e número desejado) é talvez a mais abordada por Darwin, pela dificuldade de se observar empiricamente as espécies em meio natural. E assim adquirem e acumulam pequenas características benéficas que ao longo do tempo podem acarretar o surgimento de uma nova espécie. Como o próprio autor aborda:

Nothing at first can appear more difficult to believe than that the more complex organs and instincts have been perfected, not by means superior to, though analogous with, human reason, but by the accumulation of innumerable slight variations, each good for the individual possessor. (DARWIN, 1872, p. 404)

A dificuldade mais significativa de comprovação da tese ocorre principalmente pela ausência de registros fósseis de grande parte dos seres vivos que habitavam uma dada região no passado e que impede a comprovação empírica efetiva do acúmulo de pequenas características ao longo do tempo (gradualismo). Esse acúmulo propiciaria o surgimento de novas espécies, onde sua perpetuação ou extinção seria regida pelo princípio de seleção natural. O próprio Darwin, reconhece a dificuldade de se encontrar, a não ser em raros casos, essas formas fósseis intermediárias: *“With respect to existing forms, we should remember that we have no right to expect (excepting in rare cases) to discover directly connecting links between them, but only between each and some extinct and supplanted form.”* (DARWIN, 1872, p. 407).

Mas Darwin responde, atribuindo a dificuldade de encontrar as formas intermediárias fossilizadas pela dificuldade natural do processo de fossilização, dificuldade esta já aludida pelo geólogo Charles Lyell que, além de amigo, serve como fonte de conhecimento geológico para o autor. Assim sendo, a dificuldade de encontrar formas intermediárias fossilizadas é acarretado pela fossilização, processo ocorrente sempre que um ser vivo morre. O caminho paleontológico como fonte de comprovação é possível, porém de extrema dificuldade.

Darwin, ao mesmo tempo em que sabe da dificuldade do processo de fossilização, critica o pouco conhecimento das sucessões geológicas, e climáticas ocorridas no globo que possibilitariam uma maior clareza essas modificações efetivas e o efeito das mesmas sobre os seres vivos. O maior conhecimento das sucessões geológicas e climáticas possibilitaria uma maior compreensão dos habitantes do planeta em eras passadas.

O ato de recapitular no início de cada capítulo caracteriza a forma como Darwin argumenta. Esta argumentação faz com que o leitor, a cada novo capítulo, seja “relembrado” dos argumentos utilizados até então em favor da tese. Um argumento é concatenado ao outro. Esta concatenação permite que, mesmo o argumento inicial sendo aparentemente fraco, acabe sendo sustentado pelos argumentos seguintes e, ao mesmo tempo, servindo-lhes de sustentação. Assim como, a noção de coadaptação segue na citação abaixo quando Darwin, quando ele fala das relações entre abelhas e flores, onde o polinizador (abelha) e as flores (polinizados), se modificam e se adaptam um ao outro.

[...] as the fertility of this clover absolutely depends on bees visiting the flowers, if humble bees were to become rare in any country, it might be a great advantage to the plant to have a shorter or more deeply divided corolla, so that the hive-bees should enable to suck it flowers. Thus I can understand how a flower and a bee might slowly become, either simultaneously or one after the other, modified and adapted to each other in the most perfect manner, by the continued preservation of all the individuals which presented slight deviations of structure mutually favourable to each other. (DARWIN, 1872, p.75)

A relação entre as modificações que os indivíduos têm a capacidade de sofrer leva Darwin a induzir o exemplo acima. Este tem a capacidade de mostrar a ação da seleção natural na inter-relação de indivíduos de diferentes espécies. O exemplo acima é um argumento favorável em favor da seleção natural, mesmo com a dificuldade de serem encontradas formas intermediárias propriamente ditas. As formas intermediárias são importantes, pois com elas poderiam ser observados os acúmulos de pequenas variações ao longo do tempo, servindo como prova empírica em favor da tese de seleção natural. Esse acúmulo não é possível de ser

observado, segundo o autor, em um curto período de tempo, pois trata-se de um processo lento de acumulação de características. Darwin não utiliza apenas observações de seres vivos em favor de sua tese, também em prol de seus argumentos se apropria de estudos geológicos e paleontológicos, que podem auxiliá-lo na sustentação de sua tese. Este auxílio pode ser observado no exemplo abaixo, onde ele se apropria de estudos geológicos que refutam a ideia de um único dilúvio. A seleção natural assim tem a capacidade de banir a crença em atos contínuos de criação assim como o surgimento repentino na estrutura dos seres vivos.

[...] and as modern geology has almost banished such views as the excavation of a great valley by a single diluvial wave, so will natural selection banish the belief of the continued creation of new organic beings, or of any great and sudden modification in their structure (DARWIN, 1872, p.76).

Relações entre diferentes áreas científicas caracterizam a tese como elaborada de forma sistêmica. A seleção natural vem como uma explicação que refuta o criacionismo, no sentido bíblico literal, que era o utilizado na época, na teologia britânica. Isso porque tem a capacidade de refutar a criação de novas espécies de forma contínua. Ao invés, argumenta em favor do acúmulo de pequenas modificações para produzir as grandes modificações. As pequenas modificações, como visto anteriormente, ocorrem de forma natural em cada prole, sendo um processo natural. Com o princípio de seleção natural é possível afirmar que Darwin procura de forma racional explicar o surgimento das espécies na natureza como modificações de espécies anteriores.

O processo de extinção, assim como o surgimento das diferentes formas, é regido pelo princípio de seleção natural. Anteriormente foi mencionada a capacidade desse princípio de reger o acúmulo de características favoráveis ao seu portador. O crescimento geométrico das formas vivas, com a atuação da luta pela existência, leva as formas mais adaptadas a aumentarem sua população e as formas menos adaptadas a se reproduzirem menos, acarretando um decréscimo nessa população e a tornando rara. A menos que tais formas encontrem um nicho que lhes seja favorável, seu decréscimo acaba levando à sua extinção dos menos adaptados. Essa argumentação relaciona todos argumentos mencionados até então em favor da tese. Estes argumentos foram bem explorados nos capítulos anteriores. A relação todo-parte se faz de forma explícita na seguinte citação:

Owing to the high geometrical rate of increase of all organic beings, each area is already fully stocked with inhabitants; and it follows from

this, that as the favoured forms increase in number, so, generally, will the less favoured decrease and become rare (DARWIN, 1872, p.85).

O capítulo IV em seu final possui um sumário dos argumentos tratados em favor da tese. Esse sumário tem como foco explicitar a “força” argumentativa da tese. Ele contém os argumentos mais favoráveis à seleção natural, que serão retomados nos capítulos XI, XII e XIII. O capítulo IV, através da explicação da tese de seleção natural, marca a incrível proporção que a mesma confere à metáfora da “árvore da vida”, com o seu processo de extinção e a geração de novas espécies: *“I believe it has been with the great Tree of Life, which fills with its dead and broken branches the crust of the earth, and covers the surface with its ever-branching and beautiful ramifications”* (DARWIN, 1872, p.105).

4.7 Algumas conclusões acerca da *Origem*

Na obra *Origem das Espécies* a tese principal a ser defendida por Darwin é a da origem de novas espécies por meio princípio de seleção natural. A seleção natural consiste no acúmulo de características benéficas e na deleção de características negativas. A principal função da seleção natural é explicar de uma forma natural o surgimento de espécies, sem a necessidade de uma interseção supranatural. O autor consegue argumentar em favor do surgimento de novas espécies sem uma interseção divina, porém a teleologia cósmica ainda se mantém presente, pois ele não consegue explicar o surgimento da primeira forma de vida (forma primordial), sem a existência de um motor imóvel.

Darwin relaciona a seleção natural com diversas situações que ocorrem na natureza. A seleção natural explica que naturalmente ocorre o processo de extinção de seres vivos. Tal princípio se relaciona em um estado de interdependência com o princípio de variação, o princípio de luta pela existência, o princípio de variação em aptidão e a hereditariedade. A seleção natural atua sobre as variações dadas pela natureza, fazendo com que sejam herdadas se forem benéficas. A seleção natural, tese principal de Darwin, tem um cunho teleológico, pois ela direciona para o acúmulo de características benéficas e a deleção das deletérias.

A luta pela existência é uma metáfora que visa explicitar diferentes níveis de relação entre os seres vivos que levam a um estado competitivo. Somente os seres vivos que possuem características que possam torná-lo mais “competitivo” que os outros, fazem com que ele sobreviva. São as complexas relações entre os seres vivos, e a sua capacidade de apresentar e

herdar variações que dão sentido e função à seleção natural, sendo essa o meio mais importante para explicar o surgimento e a extinção de espécies na natureza.

A *Origem das Espécies* foi uma obra que trouxe novidades tanto em seu discurso quanto em sua hipótese-chave. A hipótese-chave é a seleção natural. Tal hipótese é para Darwin a explicação natural para o surgimento de novas espécies na natureza. Não é possível considerar Darwin um indutivista¹³ clássico, em um significado literal de tal termo, pois não seria possível extrair a seleção natural de uma observação. Assim como não é possível considerar Darwin um hipotético-dedutivista¹⁴, já que no argumento no qual segue a seleção natural como conclusão não há independência entre pelo menos duas premissas, nem entre a premissa 2 e a conclusão:

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

Não há uma ruptura entre os argumentos 2 e 3, enquanto a aptidão não pode ser concebida sem a luta pela existência. Assim como não há entre a premissa 2 e a conclusão (5), uma vez que uma não pode ser entendida sem a outra. As predições parecem seguir da conclusão, o que é característico da heurística da descoberta.

Começa-se a notar que o discurso metodológico empirista tradicional encerra uma normativização constantemente defasada, com suas prescrições revelando-se frequentemente incapazes de apreender e justificar a riqueza das mutações históricas verificadas no âmbito dos sistemas de produção do conhecimento natural. (OLIVA, 1990, p.11)

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

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

¹³ Indução é considerado extrair uma conclusão geral mediada por observação.

¹⁴ Hipotético dedutivo é considerado o argumento dedutivo cujas premissas são hipóteses que podem ser independentemente submetidas a testes, sendo consideradas válidas as que não tiverem sido falseadas.

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

We here see that there is no need to separate single pairs, as man does, when he methodically improves a breed: natural selection will preserve and thus separate all the superior individuals, allowing them freely to intercross, and will destroy all the inferior individuals. By this process long-continued, which exactly corresponds with what I have called unconscious selection by man, combined, no doubt, in a most important manner with the inherited effects of the increased use of parts, it seems to me almost certain that an ordinary hoofed quadruped might be converted into a giraffe. (DARWIN, 1872, p. 215)

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

Um gradiente de significados vai do que se diz em sentido amplo e metafórico, do que pode ser dito verdadeiramente, do que não é dito com tanta propriedade, do que é dito em sentido figurado, do que pode ser dito mais verdadeiramente e, novamente, ao que se pode dizer metaforicamente (...). E todos esses significados se interpenetram, e Darwin conscientemente faz um uso metafórico, isto é, integrados de várias significações não apenas num conceito, mas em uma imagem. (REGNER, 2004, p.55)

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

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

O padrão de recapitulação é utilizado em todos os capítulos exceto o primeiro. Essa recapitulação auxilia no convencimento do leitor quanto à tese defendida por Darwin. Para construir a teia argumentativa Darwin tem a preocupação de contar com capítulos que refutam as principais objeções a sua tese. Charles Darwin, se preocupa em assimilar e abarcar diferentes anomalias, a falseação de casos e explicar as incoerências com as crenças que são aceitas. O autor com tal refutação, torna as aparentes objeções como argumentos favoráveis a seleção natural.

How will the struggle for existence, briefly discussed in the last chapter, act in regard to variation? Can the principle of selection, which we have seen is so potent in the hands of man, apply under nature? I think we shall see that it can act most efficiently. Let the endless number of slight variations and individual differences occurring in our domestic productions, and, in a lesser degree, in those under nature, be borne in mind; as well as the strength of the hereditary tendency. Under domestication, it may truly be said that the whole organization becomes in some degree plastic. But the variability, which we almost universally meet with in our domestic productions is not directly produced, as Hooker and Asa Gray have well remarked, by man; he can neither originate varieties nor prevent their occurrence; he can only preserve and accumulate such as do occur. (DARWIN, 1872, p. 62)

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

A teleologia teológica, vigente à época de Darwin, defende que um ser supranatural criou todas as formas tais como são, e irá imputar um desígnio, ou uma causa final, que esteja transcendentemente encarnada na totalidade estudada. Darwin na *Origem* defende que as novas formas surgem naturalmente, sem a necessidade de um ser transcendente. O princípio de seleção natural, é a principal hipótese defendida por Darwin, ele direciona o acúmulo de características benéficas, nesse sentido, visa um fim. A teleologia contida na *Origem* é diferente da teleologia vigente à época de Darwin. É a própria natureza do organismo com o direcionamento da seleção natural que direciona o organismo a acumular características benéficas para o possuidor. A

teleologia contida na origem será denominada como teleologia natural. “*A teleologia da natureza podia agora ser explicada, pelo menos em princípio, como o resultado de leis naturais manifestas em processos naturais, sem recurso a um criador externo ou a forças espirituais ou não materiais*” (AYALA, 1970, p.2). A noção de teleologia da natureza defendida por Ayala, será aplicada nesse trabalho, somente a *Origem das Espécies*, pois na mesma não há a ocorrência de um programa genético, e noções de variabilidade/variação são extremamente rudimentares, o que não permite que a Teoria sintética da evolução esteja contida em tal noção.

4.8 A causalidade teleológica em Charles Darwin

Pretendo nessa seção, mostrar como é possível perceber uma causalidade teleológica em Charles Darwin, procurando não contradizer as próprias palavras do autor. Darwin, foi questionado acerca de uma possível intencionalidade na Natureza, ele afirma que está falando de forma “metafórica” e “por brevidade”.

Every one knows what is meant and is implied by such metaphorical expressions; and they are almost necessary for brevity. So again it is difficult to avoid personifying the word Nature, but I mean by Nature, only the aggregate action and product of many natural laws, and by laws the sequence of events as ascertained (DARWIN, 1872, p. 63)

Há a referência acerca de um processo de modificação “não intencional” ou seleção “inconsciente¹⁵” pelo homem, que é o que provem a seleção pelo homem e a seleção natural¹⁶. Contudo, quando discorremos sobre “seleção causal”, não se separa do modo de discorrer “metafórico” que ocorre no decorrer de toda a obra e a criação do “poder explicativo” da “seleção natural” sendo uma causa verdadeira é dependente do modo de discorrer metafórico. É um posicionamento difícil, requerendo, entre outras coisas, um novo olhar acerca da noção de intencionalidade, que rompe com a noção filosófica tradicional.

Aparentemente, Darwin percebe essa dificuldade quando se refere sobre à construção de colmeias realizada pelas abelhas do gênero *Melipona*. Analisando atentamente como se forma arquitetônico dessas abelhas através da seleção natural, imputa as abelhas a aptidão de julgar de forma precisa as distâncias, e de compreender através dos sentidos quando roeram a

¹⁵ “[...]unconscious selection by man [...]” (DARWIN, 1872, p. 215)

¹⁶ “Over all these causes of Change, the accumulative action of Selection, whether applied methodically and quickly, or unconsciously and slowly but more efficiently, seems to have the predominant Power” (DARWIN, 1872, p. 32).

cera até a espessura específica e assim param o seu trabalho. Nessa mesma passagem, Darwin explica como se dá essa forma automática de perceber e julgar. A seleção natural

[...] by slow degrees, more and more perfectly led the bees to sweep equal spheres at a given distance from each other in a double layer, and to build up and excavate the wax along the planes of intersection; the bees, of course, no more knowing that they swept their spheres at one particular distance from each other, than they know what are the several angles of the hexagonal prisms and of the basal rhombic plates[...] (DARWIN, 1872, p. 227)

Nessa trama, a fronteira entre o não intencional e o intencional parece estar lentamente se apagando, através de um novo ponto de vista, que de forma discreta é insinuado na citação abaixo:

An action, which we ourselves require experience to enable us to perform, when performed by an animal, more especially by a very young one, without experience, and when performed by many individuals in the same way, without their knowing for what purpose it is performed, is usually said to be instinctive. A little dose of judgment or reason, as Pierre Huber expresses it, often come into play, even with animals low in the scale of nature. (DARWIN, 1872, p. 205)

Uma diminuta porção de razão ou juízo está presente apesar de não se saber o propósito da ação. As distinções clássicas entre razão (plano intencional) e hábitos/ instintos (plano não intencional) são neste caso flexibilizadas, sendo necessário pensar uma nova forma de abordar, e conseqüentemente questionar a costumeira visão teleológica, que consistem em fins que se fazem presentes previamente em uma “mente”, consciência. As posições que visão uma finalidade poderiam estar vinculadas ao próprio hardware do sistema¹⁷. Nesse sentido, o modo de falar acerca da “seleção natural” não seria um simples recurso estilístico, tão pouco infringiria os limitantes. Somente apontaria a urgência de se reexaminar distinções e concepções. A citação abaixo nos traz que a função cognitiva da metáfora em Darwin, aonde o *literal/real* e a *metáfora* são situações que se trocam em um processo comum.

Todavia, também é reconhecido, nessa mesma passagem, que o uso da linguagem será metafórico ou literal em virtude da visão teórica que nela se faça presente e a conduza. As ressalvas de Huxley são aí sugestivas. Não há, pois, um critério absoluto, independente do modo de ver as coisas em questão, para o metafórico e o literal (real). Talvez o que esteja em jogo, ao ser referida

¹⁷ Hardware sendo concebido de forma figurada como uma unidade central de processamento, memória, e dispositivos de entrada e saída.

tal distinção metafórico / literal, seja o confronto entre diferentes visões teóricas, redes de significações que, por sua vez, sofrem modificações, elucidadas e alterações. É possível que a própria distinção seja um modo de falar acerca de diferentes momentos de elucidação e constituição teóricoexplicativa no interior de uma mesma visão. A metáfora cumpre seu papel explicativo enquanto imagem que concentra toda uma riqueza de representação conceitual e sensível, ensejando desdobramentos. Esses desdobramentos, como antes referido, podem contribuir para esclarecimentos e mesmo suporte à teoria. Podem, em seu curso, de modo mais ou menos imediato, explícita ou implicitamente, intencionalmente ou não, compreender uma explicitação do teor e/ou fundamento da própria metáfora no contexto explicativo. Através de uma tal explicitação, o metafórico pode vir a se converter no real, não por uma simples troca de papéis, mas fruto de um processo elucidativo. (REGNER, 1997, p. 38)

Quando levamos em consideração o conteúdo da defesa que Darwin faz frente à argumentação que contesta a seleção natural e a aplicação que de forma efetiva faz da seleção natural no que ele denomina seu longo argumento, observa-se que, se trata de uma argumentação que defende um viés que é contra um certo tipo de causalidade final ou princípio de finalidade. Darwin, já no *Historical Sketch*, se opõe ao princípio de finalidade de M. Naudin, porque esse princípio não teria o poder de explicar a operação na Natureza, levando a explicações errôneas, que requisitam a intervenção de um ente sobrenatural. Conforme Naudin, esse princípio é um poder misterioso e indefinível, que pode ser visto como uma vontade providencial para alguns ou fatalidade para outros, e é tal princípio que determina, em todas as épocas de existência do mundo, o tamanho, a forma e o tempo de vida de cada ser vivo, devido ao seu destino que é incorporado dentro da disposição das coisas nas quais o ser faz parte, onde cada ser é harmonizado com o todo, devido a sua função que é realizada no interior do organismo geral da Natureza, onde tal função é a razão de ser.

He lays weight on what he calls the Principle of finality, “puissance mystérieuse, indéterminée; fatalité pour les uns; pour les autres, volonté providentielle, dont l’action incessante sur les êtres vivants détermine, à toutes les époques de l’existence du monde, la forme, le volume, et la durée de chacun d’eux, en raison de sa destinée dans l’ordre de choses dont il fait partie. C’est cette puissance qui harmonize chaque membre à l’ensemble en l’appropriant à la fonction qu’il doit remplir dans l’organisme général de la nature, fonction qui est pour lui sa raison d’être.” (DARWIN, p. XIX, 1872)

A crítica que Darwin faz ao princípio de finalidade de Naudin, é uma crítica a um princípio que tem como demarcação a *fatalidade* ou a *vontade divina*, tais termos obstruem uma investigação racional e condensam a produção novas formas orgânicas à um *plano predeterminado* das formas específicas que já povoaram, que povoam e que irão povoar o mundo.

É fato que, a ideia predominante de teleologia à época de Darwin, a causalidade final estava compromissada com uma consciência, onde o fim ou o efeito estava antecipadamente representado, servindo como suporte a noção de um *plano de criação*. Tal ideia, em um viés filosófico, foi incumbido pelo dualismo cartesiano, onde a noção de *fim* é limitada a *intencionalidade* da *res cogitans*, e do dualismo de Kant, presente na *Crítica do julgamento* (*Kritik der Urteilskratf, 1790*), onde “forma/matéria” das representações, se forem excluídos as categorias do entendimento (e o conhecimento objetivo da natureza) a definição de *fim* e o delimitando as definições da razão ocupada com ela mesma. Entretanto, esses compromissos que foram historicamente assumidos não exaurem as possibilidades das ideias teleológicas. Quando falamos em teleologia, não requeremos necessariamente a suposição de uma consciência onde o *fim* está sendo representado de forma prévia afim de que o efeito seja concretizado.

Kant, na *Crítica do julgamento* (2000), pretendia legitimar as categorias intencionais nas ciências biológicas, porém, sem conter um compromisso de cunho teológico. O autor percebeu que a noção de propósito contém um valor epistemológico para a finalidade, mesmo que ele negue tais implicações sobre as intenções criativas na vida cotidiana. Kant descreve, que os seres organizados são um efeito natural, pressupondo assim que as criaturas vivas são entidades intencionais. O autor, chama essa suposição de conceito de finalidade como sendo um regulador que satisfaz os seres vivos no que concerne o conhecimento. Através desse quadro heurístico, é possível afirmar que o princípio de teleologia está contida intrinsecamente no organismo vivo. Tais entidades parecem se auto-organizar em padrões. E são as ideias de Kant que permitiram que Blumenbach e os seus discípulos formulassem a morfologia e justificassem a sua autonomia (HUNEMAN, 2007)

Uma noção *mecanicista* de Natureza é uma forma de compreendê-la. Uma noção *teleológica* é uma outra forma de concebê-la. Nos dois casos, a forma como acessamos a Natureza é intercedido por concepções onde o valor cognitivo necessita de sua capacidade heurística para que os padrões explicativos sejam satisfeitos em um e outro caso e assim façam avançar a pesquisa. Não afirmo que devemos tratar de privilegiar *a priori* uma coisa ou outra como sendo mais objetiva. É admissível que concebamos a Natureza como um sistema, delegando-lhe uma inclinação interna para sua realização, para a preservação de sua identidade como sistema. Se dessa forma a concebermos, o princípio de finalidade estaria inerente ao próprio *hardware*. Adotando-se uma concepção teleológica da Natureza embasada no princípio de Seleção Natural, tal princípio onde o sistema Natureza é preservado, tendendo ao seu próprio

fim, se mostra intrínseco ao próprio sistema – não o erradica por uma fatalidade, tão pouco é dado externamente por algum tipo de vontade divina. Devido a força própria da natureza *relacional* do dado princípio, em um sistema que abarca o contingente e a complexidade das relações entre todos os seus elementos que tendem a crescer, desconsidera-se a noção anterior de um programa sucessivo de *fins particulares* que devem ser alcançados. Especialmente, é possível avançar através de uma investigação racional, através de um *naturalismo* próprio, que não se esconde em um *poder misterioso*, todavia acolhe o desafio de *mostrar de que forma* as espécies se originam, indicando uma *vera causa*.

Além da natureza teleológica que é encontrada na asserção do Princípio de Seleção Natural, há quatro pontos que irão nortear a análise do argumento mais geral acerca de uma causalidade teleológica na *Origem*:

- a) A aquisição, a modificação e a produção de estruturas mentais e físicas, através do acúmulo de ligeiras variações em uma dada direção, que se faz presente nos primeiros esclarecimentos acerca do princípio de Seleção Natural, Darwin considera dois pontos, sendo eles:
- b) Ponto 1: uma orientação que está sendo impressa pelo próprio processo
- c) Ponto 2: as mudanças como sendo adaptações
- d) A noção de totalidade está sempre presente com a relação todo parte que estão contidas na disposição da própria Natureza e no *longo argumento* que investiga essa Natureza.

Quando Darwin elucida a natureza e a força causal da seleção natural, ele de forma contínua destaca a preservação e o acúmulo de variações favoráveis.

These individual differences are of the highest importance for us, for they are often inherited, as must be familiar to every one; and they thus afford materials for natural selection to act and accumulate, in the same manner as man accumulates in any given direction individual differences in his domesticated productions. (DARWIN, 1872, p 34)

A seleção natural irá agir e acumular da mesma maneira que o homem o faz em suas produções domésticas, porém o que será tomado como critério de utilidade na seleção natural, está referido naquele que porta as variações relacionando-as as condições de vida (DARWIN, 1872), que seja útil ao possuidor no que se refere a luta pela existência. Nesse lento processo de acumulação, os instintos e os órgãos mais complexos foram sendo aperfeiçoados e assim foram produzidas novas e aperfeiçoadas formas.

The more complex organs and instincts have been perfected, not by means superior to, though analogous with, human reason, but by the accumulation of innumerable slight variations, each good for individual possessor. (DARWIN, 1872, p. 404)

A acumulação de ligeiras variações úteis, pode afetar através da correlação outras partes, ampliando o trabalho da modificação, através da seleção contínua dos indivíduos que irão variar na maneira e no grau que serão requeridos.

Correlated Variation. I mean by this expression that the whole organization is so tied together during its growth and development, that when slight variations in any one part occur, and are accumulated through natural selection, other parts become modified. (DARWIN, 1872, p.114)

For in this case the variability will seldom as yet have been fixed by the continued selection of the individuals varying in the required manner and degree, and by the continued rejection of those tending to revert to a former and less-modified condition (DARWIN, 1872, p. 122)

Quando atribuímos ao processo causal como um acúmulo em uma dada direção, esse não é o resultado de uma simples adição de fatores como a tendência que os organismos possuem a crescer geometricamente tendo como consequência a luta pela existência, ocorrência e preservação de variações por hereditariedade, variações úteis, tendência natural à variabilidade, se iniciada a ocorrência de ocupação de lugares na natureza, ou a melhor ocupação, tende a continuar. A visão de Darwin sobre *luta pela existência*, tal como sendo um caráter do emaranhado estado de coisas que a Natureza é, não pode ser considerado como um simples item que será acumulado a outros, tão pouco simplesmente ocorrerá em decorrência da tendência à uma progressão geométrica. Nesse prospecto, características tais como a tendência que a variabilidade continue e seja dominada pela seleção natural, e a ocupação de posições “hierárquicas” na Natureza como sendo algo determinante, pressupõem-se uma visão sistêmica de uma totalidade que contém um princípio interno que a constitui, no qual há o ensejo de se pensar o processo de acúmulo em uma determinada direção. Tal processo se mostra teleológico em duas dimensões. Existe um fim que rege o processo e está contido na direção que o é impressa. A primeira dimensão é que esse direcionamento está à nível de utilidade das variações para o indivíduo que a possui conforme as condições de luta pela existência. Na segunda dimensão, deve ser levado em conta o contexto em sua totalidade, onde a sobrevivência do mais apto irá regular a preservação do sistema Natureza.

Há ainda um terceiro sentido teleológico para uma dada direção sendo ela os sentido de aperfeiçoamento, pois ganhará um sentido de aumento da perfeição, progresso e avanço da organização, *“The ultimate result is that each creature tends to become more and more improved in relation to its conditions. This improvement inevitably leads to the gradual advancement of the organisation of the greater number of living beings throughout the world.”* (DARWIN, 1872, p.97). Apesar de que a característica essencialmente relacional desse aperfeiçoamento irá garantir que haja em um número reduzido de casos o retrocesso da organização. *“The final result will generally have been, as already explained, na advance, but in some few cases a retrogression, in organisation”* (DARWIN, 1872, p.201). Não é ao acaso, tão pouco uma simples constatação *ex post facto*, que por meio da seleção natural, o acúmulo e a preservação de variações úteis conduzem a formas mais aperfeiçoadas onde as *novas* espécies consequentemente serão formas aperfeiçoadas. O critério de *utilidade* que é necessário para que sejam produzidas formas aperfeiçoadas é o critério de algo que atribui vantagem aos possuidores, servindo para os tornar mais equipados na luta ou mais aptos conforme as condições de vida. É quesito central na Origem, de que forma foram as adaptações e as coadaptações aperfeiçoadas, sendo posto o aperfeiçoamento como uma condição explicativa dos fundamentos da teoria. Darwin utiliza de forma literal o ter aperfeiçoado quando caracteriza a produção de novas formas como na citação que segue: *“No country can be named in which all the native inhabitants are now so perfectly adapted to each other and to the physical conditions under which they live, that none of them could be still better adapte or improved[...]”* (DARWIN, 1872, p. 64). As variedades locais não conseguirão se expandir a menos que estejam significativamente modificadas e aperfeiçoadas, se parte das formas se modificam e se aperfeiçoam, as outras deverão se aperfeiçoar em um grau correspondente, senão serão exterminadas. As formas novas e aperfeiçoadas de forma inevitável irão sobrepujar e exterminar as variedades que são mais antigas que tem como característica serem menos aperfeiçoadas e as intermediárias, a não ser que as outras formas também de forma correspondente se tornem modificadas e aperfeiçoadas em termos de estrutura, assim diminuirão em número ou poderão ser exterminadas, há alguns poucos casos onde os indivíduos podem ser de forma frequente preservados pois são adaptados a alguma forma de vida específica ou habitam uma região que está isolada ou distante. O termo aperfeiçoado, é utilizado por Darwin, na explicação de diversos casos particulares, como nos exemplos que seguem:

- a) O aperfeiçoamento das pinças de certos tipos de crustáceos

By na increase in the size of this projection, with its shape, as well as that of the terminal segment, slightly modified and improved, the pincers are rendered more and more perfect, until we have at last na instrument as eficiente as the chelae of a lobster; and all these gradations can be actually traced. (DARWIN, 1872, p. 193)

- b) As abelhas possuem um instinto arquitetônico. “[...] a long and graduated succession of modified architectural instincts, all tending towards the presente perfect plano f construction [...]” (DARWIN, 1872, p. 226)

O que caracteriza como teleológico no que se refere ao processo que leva a produção de novas formas orgânicas se mostra claramente na noção de mudanças que são produzidas como adaptações. A pergunta-chave introduzida por Darwin na *Origem* é de como surgem (são originadas) novas espécies na Natureza, no âmbito de como é possível que ocorram tantas adaptações e coadaptações que podem ser observadas na Natureza. Em um primeiro momento a resposta de Darwin, vem referida nas mudanças que o homem opera nas variedades domésticas, para o seu próprio uso. E meio natural, ou na Natureza, as adaptações irão estar referidas as modificações que ocorrem na estrutura física, nos instintos e nos hábitos nos estados larvais, ou de indivíduos jovens e adultos (DARWIN, 1872, p. 390 – 396), os ovos e as sementes em relação aos meios nos quais poderão ser transportados (DARWIN, 1872, p. 359), as espécies, sendo relacionadas às suas condições de vida (clima, relação com outras espécies e habitat) (DARWIN, 1872, p. 330, 356); de um conjunto de espécies peculiares, como por exemplo um grupo de peixes que habita a água doce, porém tem a capacidade de migrar via água salgada para uma outra região que contenha água doce, das aves que habitam as Ilhas Galápagos, e são adaptados para que possam voar de uma ilha até a outra ou simplesmente viverem numa única ilha (DARWIN, 1872, p. 356); e por fim as coadaptações peculiares que ocorrem nas aves que habitam as Bermudas e as Ilhas Madeira (DARWIN, 1872, p.348).

A análise das adaptações nos encaminha para a noção de “propósitos” ou “fins” particulares a partir dos exemplos da regra geral, um fim comum pode ser atingido a partir de distintos meios (DARWIN, 1872, p. 153-156, 414), podendo gerar, exemplificadamente, relações que são simplesmente analógicas. Porém um meio comum, pode satisfazer distintos fins, como na circunstância dos membros dianteiros que em um remoto progenitor exerceram o papel de pernas, após um longo período de modificações, foram adaptados em alguns descendentes para servirem como remos, em outros como mãos e em outros como asas (DARWIN, 1872, p. 393). Darwin se utiliza do termo literal propósito, em diversas explicações, em distintos níveis e em enfoques diversificados. As modificações que são mais sublimes

possuem a capacidade de serem adaptadas a um propósito comum, ou possuem a capacidade de servir a algum tipo de propósito especial (DARWIN, 1872, p. 170). Segundo Darwin, um fato de extrema importância é que um órgão que originalmente foi constituído para servir a um determinado fim, pode ser transmutado para outro fim completamente diferente (DARWIN, 1872, p. 148). O ganso comum, por exemplo, tem um formato de bico que é adaptado para cortar diferentes ervas (DARWIN, 1872, p. 394). As variações que diferenciam o estado larval do indivíduo adulto em um mesmo ser vivo, possui a capacidade de ser explicado pelo *servir a diferentes propósitos* em distintas etapas da vida (DARWIN, 1872, p. 391), assim como a existência dos órgãos rudimentares pode ser explicada de maneira análoga. O que serve como referencial para que seja apropriado ou não o teor da explicação causal das modificações que houveram em termos adaptações a propósitos, a capacidade de se adaptar as diferentes condições de vida, é o *fim* no qual os indivíduos tendem, podendo ser em um nível de abrangência maior, a sobrevivência do mais apto (*Survival of the Fittest*) como sendo o *fim último* do sistema, já à nível das particularizações do fim, nos contextos específicos da atuação da seleção natural.

A capacidade de adaptação dos indivíduos, não pode ser considerada simplesmente uma resposta que os organismos dão ao meio ambiente. Charles Darwin, se refere a forma como um solo se adapta melhor a uma espécie, assim como as espécies estão mais adaptadas aos seus próprios habitats, como um clima é perfeitamente adequado para espécies específicas (DARWIN, 1872, p. 338); depois do período de glaciação, as regiões no Sul do globo, se adequaram para os habitantes do Norte (DARWIN, 1872, p. 330). A partir dessas considerações, somos remetidos a uma noção de que as relações adaptativas que ocorrem na Natureza são relações de uma *totalidade*. A condição denominada adaptação é o resultado da relação entre as condições de vida do indivíduo e a natureza do mesmo. O propósito ou finalidade põe uma das partes dadas em relação ao todo. Deve-se levar em consideração o contexto em sua totalidade. São as relações existente entre as flores e os insetos que irão determinar a estrutura morfológica das flores (DARWIN, 1872, p. 174). Quando uma parte é modificada, a variação por correlação irá determinar a modificação de outras partes (DARWIN, 1872, p. 416). As múltiplas relações de dependência mútua na elaboração das formas são produzidas por leis que agem a nossa volta (DARWIN, 1872, p. 428), a relação entre os organismos, e de um organismo a outro, na luta pela existência é a mais importante das relações. Esses fenômenos, assim como outros, conduzem para uma relação causal que livra-se dos rigorosos padrões mecanicistas e envia a

uma relação todo-parte que é submetida a um amplo conjunto de condições, a um concurso das causas, que irá operar em forma de redes causais.

As redes causais irão persistir até mesmo em situações que estarão sendo restringidas a fenômenos ditos mecânicos, como ocorre quando Darwin procura elucidar que a glaciação é o mero resultado de diversas causas físicas, que se iniciam devido ao aumento da excentricidade orbital da Terra, esta parece influenciar diretamente as correntes marítimas que acabam sendo a causa mais eficaz (DARWIN, 1872, p. 336). Essas intituladas redes causais, tem a capacidade de abarcar, dentro de seus segmentos, uma causalidade do tipo mecânica, em uma conformação sistêmica teleológica. A complexidade diversas vezes irá evadir-se de uma simples ação/reação do tipo linear, assim como de um exame em termos de algo que se retroalimenta na mecânica das estruturas da cadeia causal. É imposto o panorama do *todo* e as novas partes que são alcançadas no processo serão dependentes dos parâmetros que são dados pela *totalidade* como tal, e serão retomados em cada uma das novas etapas que surgem, não se tratando de uma simples reciprocidade causal. Tão pouco irá se tratar de um simples reforço ou correção através da retroalimentação. Não se fazendo diferença entre os quais se refere, um ponto de vista em termos de retroalimentação requereria uma visão de um programa que pertence ao *todo*.

As mútuas relações entre os seres orgânicos e as suas condições físicas de vida são infinitamente complexas e ajustadas de modo estreito, e como consequência as variações em termo de estruturas podem variar infinitamente podendo servir de uso para cada um dos seres vivos através de condições de vida que podem variar ao longo do tempo (DARWIN, 1872, p. 60). Um decréscimo populacional afeta diretamente os demais membros, o que causa o decréscimo da população depende tanto da sua não adaptação perante ao ambiente quanto do favorecimento dos indivíduos que pertencem a outra espécie. Quando Darwin elucida os fatos da classificação, ele se utiliza do termo “círculos quase sem fim” que estará vinculado com as complexas relações existentes entre os seres vivos e perante as suas condições de vida, há nesse sentido diferentes níveis de explicação, que partem das complexas e características explicações acerca de fenômenos orgânicos perante as explicações dos fenômenos físicos, perpassando até a elucidação do desenvolvimento da delicada planta *Trifolium pratense*¹⁸ e sua relação com os polinizadores (DARWIN, 1872, p. 58). Quando Darwin faz alusão às coadaptações, ele destaca que praticamente toda parte de um ser vivo é relacionada em vista das suas complexas relações de vida, parecendo que dificilmente tenha sido produzida de forma perfeita e repentina, tão

¹⁸ Nome comum: Red clover

improvável quanto imaginar que o homem poderia ter inventado uma máquina já em um estado de perfeição. Esse aperfeiçoamento que está sendo desenvolvido é um processo.

Em princípio, quando Darwin nos apresenta sua noção de Natureza, ela ganha o significado reduzido de ser apenas uma ação que é agregada sendo o produto de inúmeras leis naturais nos impelindo a abordá-la como um sistema de leis, que não possui autonomia, sendo representado como algo que deve ser determinado por nós, tendo em vista que leis naturais devem ser compreendidas como uma sequência de eventos que nós podemos verificar. Seguidamente, Darwin apresenta a Natureza como sendo um poder que se identifica com a sobrevivência do mais apto agindo sobre toda a estruturação da vida, seleciona, coloca em movimento todas as características selecionadas... Nesse sentido, age como um sujeito que possui autonomia. Darwin, em nenhum momento, especula a este nível, as diferentes definições de Natureza que ele apresenta, as diferentes formas nas quais tentamos conciliar os significados, a forma como Darwin põe na *Origem* as questões que movem a obra, assim como as complexas relações que são articuladas nas respostas as questões, nos consente compreender o sentido que a causalidade que está contida na seleção natural como sendo um princípio interno à Natureza, sendo um sistema autônomo, sujeito a empiria. Tendo como base essa noção de Natureza, a *Origem* teve a capacidade de harmonizar duas tarefas que nos levam a pensar acerca de uma nova teleologia, que está à frente ao seu tempo, que chamaremos de teleologia natural.

5 OS NATURALISTAS E OS GENETICISTAS: O CAMINHO ATÉ A SÍNTESE EVOLUTIVA

Este capítulo visa trazer o caminho percorrido entre duas linhas de pensamento¹⁹ aparentemente distintas em sua época que irão se unir culminando na síntese evolutiva. Afim de contextualizar começarei explicitando a aceitação e a pluralidade de pareceres acerca da *Origem das Espécies* entre os evolucionistas. A primeira edição da *Origem* foi lançada em 1859, e causou uma pluralidade de opiniões entre os evolucionistas. Tal pluralidade é causada devido a diversidade de tradições que cada subdivisão da biologia possuía, onde cada uma delas estava enraizada de forma distinta em cada país.

Na Inglaterra, na década pós lançamento da *Origem*, a evolução por meio da descendência com modificação foi admitida pela maioria dos indivíduos que compunham a comunidade de biólogos. Porém, a hipótese de seleção natural, foi em larga escala considerada inaceitável. Os principais naturalistas que aceitaram a principal hipótese defendida por Darwin foram: Hooker, Bates, Wallace, e tardiamente os entomólogos²⁰ Mendola e Poulton, porém, nenhum biólogo experimental aceitou a hipótese. O maior impacto para a difusão e a aceitação da hipótese de seleção natural na Inglaterra, foi a aceitação da hipótese pelo zoólogo Edwin Ray Lankester. Tal aceitação se deu devido a leitura realizada pelo zoólogo dos ensaios de August Weismann. A barreira de Weismann foi o princípio defendido por August Weissmann, tal princípio, nos diz que a informação hereditária se move somente das células germinativas para as células somáticas. O princípio de Weismann foi de suma importância para que fossem banidos alguns conceitos como a herança de caractere adquirido. Esse princípio reforçava a hipótese de seleção natural, e influencia a aceitação de Lankester acerca do princípio de seleção natural. Lankester acaba fundando a Escola de selecionismo em Oxford (MAYR, 1982), que foi representada em sucessivas gerações por Edwin Stephen Goodrich, Julian Huxley, Gavin de Beer e Edmund Brisco “Henry” Ford. Na University College e em Cambridge só se inicia um movimento semelhante quando Ronald Aylmer Fisher e John Burdon Sanderson Haldane iniciam as suas publicações.

Asa Gray, um dos botânicos americanos mais proeminentes do século XIX, foi um dos maiores entusiastas do evolucionismo, porém, nos Estados Unidos houve uma grande e longa

¹⁹ As linhas de pensamento são basicamente divididas entre os naturalistas (ou neodarwinistas) e os geneticistas (mendelianos, geneticistas).

²⁰ Entomologia: Estudo dos insetos.

resistência a teoria da evolução. Nesse período, havia apenas um pequeno grupo de paleontólogos e biólogos, a polêmica acerca da teoria era acarretada principalmente por filósofos, teólogos e escritores. Louis Agassiz, zoólogo/ geólogo suíço-americano, de grande influência, era um defensor do ato especial de criação, como fica claro na citação que segue:

What was my joy and surprise to find that the simplest enumeration of the fossil fishes according to their geological succession was also a complete statement of the natural relations of the families among themselves; that one might therefore read the genetic development of the whole class in the history of creation, the representation of the genera and species in the several families being therein determined; in one word, that the genetic succession of the fishes corresponds perfectly with their zoological classification, and with just that classification proposed by me. (AGASSIZ, 2003, p. 203)

Agassiz faleceu no ano de 1873, e Dana aceita a evolução por meio da seleção natural em meados de 1874²¹, fazendo com que houvesse uma diminuição da resistência acerca da evolução. Todavia, a hipótese de seleção natural se defronta com empecilhos contínuos. Um fator de grande impacto sobre a hipótese foi o Darwinismo social de Spencer, que adquire popularidade. Nesse período houve diversas discussões acerca da verdadeira forma como a luta pela existência ocorre entre os seres humanos. Porém, os pesquisadores que possuíam a mesma opinião que Herbert Spencer reduziam a “luta” a uma forma bastante simplória de economia sociopolítica que seria então denominada *laissez-faire*. Spencer relaciona Darwin ao *laissez-faire* da seguinte forma: para o autor, Darwin traz à tona a importância da reprodução que irá operar por meio da seleção sexual favorecendo a seleção natural através da competição, nesse sentido, o individualista dará uma maior importância ao dinheiro, operando por meio da busca pelo lucro, auxiliando a seleção natural e conseqüentemente impulsionando em escala macro a produção daquilo que é mais ambicionado e conseqüentemente mensurado pelo valor de troca. Nesse tipo de economia, o Estado deveria intervir minimamente, afastando-se, e se despreocupando com as possíveis conseqüências sociais.

A reação contra o darwinismo social ocorria de forma parcial devido ao tradicional igualitarismo americano, e um denominado ambientalismo extremo que ocorre de forma exponencial na antropologia e na psicologia. Essa tradição, minimiza ou nega de forma completa, qualquer participação da natureza particular do organismo²², para as variações

²¹ Dana held out against *accepting* organic *evolution* until 1874. (LARSON, 1989, p. 13) ²²

Mais tarde podemos chamar de constituição genética.

comportamentais que ocorrem entre os seres humanos. É possível notar que, com exceção das peculiaridades cronológicas, a evolução foi historicamente semelhantemente admitida nos Estados Unidos, na Alemanha e na Inglaterra. A evolução foi admitida de forma rápida, porém a seleção natural, a princípio foi admitida por um grupo diminuto.

O país ocidental que apresentou a maior resistência a Darwin foi a França. Após o lançamento da primeira edição da *Origem* (1859), não houve nenhum biólogo francês notável que tenha se manifestado a favor da seleção. A discussão se dá a partir de 1870, como segue na citação “*Edmond Perrier, who was born in 1844, began to discuss Darwin in the 1870's*” (FARLEY, 1974, p. 283). Na França, foi instituída a primeira cátedra de biologia evolutiva no ano de 1888 para Alfred Giard.

Enfin, à la date du 4 juillet 1888, M. le ministre de l'instruction publique a fait connaître à M. le préfet de la Seine que la Faculté des sciences acceptait avec reconnaissance la libéralité de la ville de Paris, mais en demandant une simple modification de forme au titre du cours. Dans notre pays, disait en substance la Faculté, le nom de philosophie n'a pas la même signification que dans certains pays étrangers. Là, il est employé pour désigner la science elle-même, tandis que chez nous, dans son acception ordinaire, la philosophie commence où la science finit. La Sorbonne proposait comme titre du cours: Évolution des êtres organisés. (LÉON, 1888, p. 511)

M. Giard est un des plus fermes apôtres des doctrines transformistes; c'est un observateur sagace, en même temps qu'un savant distingué. (LÉON, 1888, p. 511)

A evolução foi aceita de forma definitiva no final de 1880 e no decorrer da década de 1890, entretanto, como um modelo neolamarckista. A seleção natural passa a ser aceita pelos pesquisadores franceses somente após o ano de 1945 (GRIMOULT, 2000). O país europeu que teve a maior aceitação da seleção natural, já na década de 1920, foi a Rússia. Houve uma grande ascensão nas pesquisas relacionadas a sistemática de populações, sobretudo a desenvolvida por Chetverikov.

Exactly this process occurs also in nature under the influence of natural selection. It no longer merely selects a given mutation, nor only selects genes favored by it; its influence extends a great deal further over the total complex of genes, over the whole "genotypic milieu," on the background of which a given gene will manifest itself in various ways. In selecting one trait, one gene, selection indirectly also selects a definite genotype milieu, a genotype most favorable for the manifestation of the given character. (CHETVERIKOV, p. 190, 1961)

5.1 A influência da pesquisa de August Weismann sobre o neodarwinismo

Charles Darwin, foi um defensor do que denominamos hereditariedade sólida²². Porém, ele ainda admitia a existência do uso e desuso, assim como, outras funções que compõe a hereditariedade tênue²³. O questionamento acerca da existência da herança dos caracteres adquiridos tem início em conjunto com a ampliação dos conhecimentos em citologia especialmente acerca dos cromossomos. A hereditariedade tênue foi refutada de forma mais objetiva no momento em que Weismann propõe uma teoria da linha germinal onde ocorre uma separação total e inalterável do plasma germinal e do soma (WEISMANN, 1892). A refutação total da hereditariedade por meio dos caracteres adquiridos leva à refutação das intituladas teorias: Lamarckianas, neolamarckianas e Geoffroyannas. A teoria desenvolvida por Weismann, permite a vigência de apenas dois mecanismos para explicarem a evolução, sendo eles:

- a) Saltacionismo: onde a evolução ocorre por causa de grandes desvios súbitos relacionados ao padrão ocorrente.
- b) Gradualismo: acumulação de ligeiras variações ao longo do tempo.

Weismann, será partidário de um selecionismo irredutível (ocorrendo de forma gradual), que pode ser denominado como uma teoria da evolução darwiniana que não admiti a hereditariedade tênue. Tal selecionismo é denominada por Romanes, como sendo neodarwinismo.

Weismann's Essays on Heredity (which argue that natural selection is the only possible cause of adaptive modification) and Wallace's work on Darwinism (which in all the respects where any charge of "heresy" is concerned directly contradicts the doctrine of Darwin)—these are the writings which are now habitually represented by the Neo-Darwinians as setting forth the views of Darwin in their "pure" form. The result is that, both in conversation and in the press, we habitually meet with complete inversions of the truth, which show the state of confusion into which a very simple matter has been wrought by the eagerness of certain naturalists to identify the views of Darwin with those of Wallace and Weismann. But we may easily escape this confusion, if we remember that wherever in the writings of these naturalists there occur such phrases as "pure Darwinism" we are to understand pure Wallaceism, or the pure theory of natural selection to the exclusion of any supplementary theory. Therefore it is that for the sake of clearness I coined, several years ago, the

²² Hereditariedade sólida: herança biológica/genética. Em Darwin, caberia melhor o termo herança biológica, devido ao desconhecimento genético à época de Darwin.

²³ Hereditariedade tênue: herança de caracteres adquiridos.

terms "Neo-Darwinian" and "Ultra-Darwinian" whereby to designate the school in question. (ROMANES, p. 12, 1916)

A refutação da noção de hereditariedade tênue fez com que fosse necessário a busca da origem de um fenômeno do qual a seleção dependeria. É possível perceber aqui, que a hereditariedade tênue aceita por Darwin e sua teoria se torna uma anomalia sem a capacidade de refutar a hipótese de seleção natural. Weismann, devido aos seus conhecimentos de citologia, permitiu que ele desenvolvesse uma explicação mais plausível para a ocorrência da variabilidade genética. Esse processo se chama atualmente de crossing over²⁴. Sem a reconstrução dos cromossomos²⁵ durante a fase de formação dos gametas²⁷ (meiose), a variação genética estaria limitada a junção dos cromossomos parentais, com exceção das mutações que podem ocorrer ocasionalmente. A consequência da recombinação cromossômica, é de que, segundo Weismann (1892), os indivíduos da segunda geração não são idênticos a qualquer outro ser, em cada uma das gerações irão aparecer novas combinações que não existiram anteriormente, e que nunca existirão posteriormente. Weismann foi o primeiro a compreender a recombinação sexual como sendo a origem da variabilidade genética, porém, a noção de recombinação foi ignorada pela genética no que se referia a teoria da evolução. A princípio, a visão genética, concebia a evolução somente através da relação mutação e seleção, sendo que os genótipos²⁶ são os principais objetos da seleção, e esses são o resultado imediato do processo de recombinação não da mutação como pensava-se. Weismann, procurou o valor seletivo, das mais diversas características dos seres vivos não importando quais seriam os aspectos morfológicos. Para Weissman (1893, p.8), todos os seres vivos, e todas as características contidas neles, eram o produto da *Allmacht der Naturzüchtung* (“a onipotência da seleção natural”).

Weismann manteve a postura que defendia a “onipotência da seleção natural” até os 60 anos de idade, sendo que essa primeira fase pode ser chamada de primeiro Weismann. O segundo Weissman, mais maduro, começou a duvidar a capacidade de somente a seleção natural

²⁴ “Crossing over: O processo, durante a meiose, em que os cromossomos de um par diploide trocam material genético. É visível ao microscópio óptico. Em nível genético, produz a recombinação. (RIDLEY, 2013, p. 703)

(RIDLEY, 2013, p. 703)

²⁵ “Cromossomo: Uma estrutura do núcleo celular que contém o DNA.” (RIDLEY, 2013, p. 703) ²⁷

“Gameta: As células reprodutivas haplóides que se combinam na fertilização para formar o zigoto: espermatozoides (ou pólen) nos machos e óvulos nas fêmeas. (RIDLEY, 2013, p. 704)

²⁶ “Genótipo: É a dupla de genes que um indivíduo possui em um dado loco.” (RIDLEY, 2013, p. 704)

controlar as tendências que ocorrem na evolução. Para tanto, ele propôs a seleção germinal, pois admitia que seria improvável que, as adaptações que são essenciais para que o organismo sobreviva possam originar-se de variações aleatórias. O autor acredita que as variações são direcionadas conforme as necessidades do organismo (WEISMANN, 1904, p.35).

Chamei esses processos que ocorrem de forma incessante dentro do plasma germinativo de Seleção Germinal, pois são análogos aos processos de seleção que já conhecemos, relacionados com as unidades vitais maiores: células, grupos celulares e pessoas. Se o plasma germinativo for um sistema de determinantes, então as mesmas leis da luta pela existência em relação ao alimento e à multiplicação que dominam todos os sistemas de unidades vitais devem valer entre suas partes – entre os bióforos que formam o protoplasma do corpo celular, entre as células de um tecido, entre os tecidos de um órgão, entre os próprios órgãos, assim como entre os indivíduos de uma espécie e entre espécies que competem uma com a outra. (WEISMANN, 1904, p. 113)

Weismann, sempre desconsiderou a evolução ortogenética que era caracterizada pela propensão dos organismos vivos de evoluir em uma dada direção devido a uma força motriz externa ou interna ao próprio ser²⁷. A postulação de Weismann concebia que a seleção ocorrente em certas características, como por exemplo a ocorrência de penas longas na cauda espécie *Piaya cayana*, beneficiam de forma simultânea os genótipos que em sua constituição possuem a capacidade de fazer com que ocorra a variação do comprimento das penas da cauda dessa ave. Factualmente, ele distinguiu uma variante genética da capacidade que um organismo possui em gerar variantes de um dado caractere salientando que ambas poderiam ser o resultado do processo de seleção. Porém, a noção de Weismann é conflitante, pois ele entra em um embate quando se depara com características como o mimetismo das borboletas, que segundo ele não podem ter ocorrido acidentalmente, porém devem ter ocorrido devido a uma variação direcionada, que é originada devido a utilidade por si mesma. Nesse sentido, a variação causal que seria ordenada pela seleção, não seria mais o suficiente para explicar a variação de características ao longo do tempo.

Haviam fenômenos evolutivos, que perturbavam diretamente Weismann, entre elas: a) Tendências de variação análogas em espécies que pertencem a um gênero comum; b) Redução de forma gradual que ocorre em órgãos rudimentares ou que não são usados. (Ex.: diminuição dos olhos das toupeiras)

²⁷ A evolução ortogenética é claramente teleológica em um sentido clássico do termo, voltada diretamente a noção aristotélica.

Essas perturbações atualmente já não representam mais sérios problemas. Devido a integração de forma harmoniosa do genótipo é posto limites à capacidade de variação e a partir disso quando ocorre uma seleção “contra” ou “à favor” de genes reguladores, tem a capacidade de explicar todas as tendências observadas que pareciam ser ortogenéticas. A seleção germinal equivale a essas regulações e esses limites.

Weismann impactou diretamente sobre a biologia evolutiva. Ele impôs que todos biólogos em seu tempo se posicionassem acerca do problema dos caracteres adquiridos. Pois, ele afirmava que ocorria apenas uma força diretiva ocorrente na evolução, ou seja, a seleção (mesmo que enfraquecida pela noção de seleção germinal), impulsionou que os opositores a produzirem evidências que servissem como fundamento para as suas teorias. Os problemas formulados por Weismann, impulsionaram nos 50 anos seguintes, as controvérsias da teoria evolutiva, e posteriormente tornar a descobrir Mendel, que auxiliou diretamente na solução de problemas existentes na teoria evolutiva.

5.2 Naturalistas e experimentalistas: o aumento crescente da discórdia entre os evolucionistas.

Charles Darwin, morre no ano de 1882, e até esse ano os adeptos da corrente evolucionista formavam um grupo inabalável. Porém, nos vinte anos subsequentes ocorreram diversos fatos que disseminaram a desavença entre os adeptos. O primeiro fato é a declinação de Weismann acerca da existência da hereditariedade por meio dos caracteres adquiridos.

O domínio do evolucionismo, após o ano de 1859²⁸, ocorreu ao mesmo tempo em que houve a eclosão da botânica e da zoologia em áreas de estudo específicas como a genética, a ecologia, a biologia do comportamento, a embriologia e a citologia. Diversas dessas disciplinas que surgiram na biologia eram de cunho experimental e essa distinção na forma de pesquisar fez com que houvesse um distanciamento entre os biólogos experimentais e os naturalistas (zoólogos, botânicos e paleontólogos) que estudavam o organismo como um todo. As divergências entre naturalistas e os biólogos experimentais extrapolavam a questão do método empregado ela impactava diretamente nas questões formuladas pelos grupos. Em comum entre as duas linhas está o interesse na área evolutiva, porém como consequência da variação metodológica há variação na abordagem realizada que salientavam aspectos distintos acerca da

²⁸ Ano do lançamento da primeira edição da *Origem das Espécies*.

evolução. Os biólogos experimentais, que compunham o grupo dos evolucionistas experimentais em sua maioria eram embriologistas entraram no campo denominado genética. O interesse desse grupo era direcionado ao estudo de causas próximas, especificamente no que diz respeito ao comportamento de distintas características genéticas e suas origens. Os principais representantes dessa área são de Vries, Bateson, Morgan e Johannsen. Eles detinham um forte interesse ou formação em matemática e física daí que se consolida a forma de pesquisa que era ocorrente tradicionalmente nas ciências duras.

Os primeiros mendelianos, como Hugo de Vries e Willian Bateson, eram todos contra a teoria da seleção natural de Charles Darwin. Eles pesquisavam principalmente sobre a herança das grandes diferenças entre os organismos e generalizavam suas descobertas para a evolução como um todo. Eles sugeriam que a evolução prosseguia em grandes saltos, por meio de macromutações. Uma macromutação é uma grande mudança entre progenitor e prole, que é herdada geneticamente. (RIDLEY, 2013, p. 37)

Em oposição aos biólogos experimentais, os naturalistas tinham como interesse as causas últimas, a inclinação de suas pesquisas estava em estudar os fenômenos evolutivos que ocorriam na natureza sobretudo nos problemas da diversidade. As divergências dos grupos pareciam afastar ambos devido à dificuldade de comunicação.

Desde o início, uma particularidade dos naturalistas é o seu interesse particular sobre a diversidade, surgindo questões como origem e o sentido da mesma. Os taxonomistas tinham como principal interesse o surgimento das espécies. Os anatomistas comparativos e os paleontólogos tinham como principal interesse a origem dos táxons. Contrastando com os naturalistas as discussões evolutivas dos geneticistas até a síntese não comportavam a questão da diversidade na natureza. Os geneticistas tem suas pesquisas voltadas somente para a evolução da transformação. O ponto de convergência entre os geneticistas está na pesquisa acerca dos genes e dos caracteres e de como eles se transformam (mudam) ao longo do tempo. Os geneticistas em suas pesquisas ignoravam a existência dos táxons sendo que estes são os genuínos atores do processo evolutivo. Um fenômeno como a irradiação adaptativa²⁹, segundo Elderedge et al (1972, p.85), era visto como aperfeiçoamentos anatômicos diferentes entre um grupo de organismos vivos que são aparentados, ao invés de um grupo pertencente a diferentes

²⁹ “Irradiação adaptativa significa que uma espécie ancestral evolui em várias espécies descendentes com adaptações ecológicas distintas.” (Ridley, 2013, p. 525)

espécies que ocupam uma área que possui uma diversidade de nichos ecológicos. A ênfase estava contida na variação e não na diversidade encontrada.

Nos debates que assolavam esse período, haviam três questionamentos que eram discutidos com uma maior frequência, ganhando assim destaque, sendo elas:

- a) A hereditariedade sempre é sólida (como defendido por Weismann) ou parte dela é tênue;
- b) A evolução é direcionada principalmente pela seleção, pela mutação, pela indução do meio, ou, pelas tendências intrínsecas do organismo
- c) A evolução ocorre aos saltos ou de forma gradual.

No ano de 1900, Mendel foi redescoberto, e isso fez com que os mendelianos primitivos utilizassem a não continuidade das estruturas genéticas como sendo uma evidência particularmente importante para conceber o saltacionismo na evolução. Segundo Mayr (1998, p.6), o marco desse ano foi a divisão das ciências biológicas no que concerne à evolução entre mendelianos e naturalistas.

O que diferencia fortemente os naturalistas dos geneticistas experimentais são as tradições de pesquisa nas quais eles estavam vinculados. A pesquisa no naturalismo segue a metodologia de trabalho de Darwin vinculado principalmente a tradição de pesquisar das populações naturais, e, tendo como foco principal procurar compreender a origem da diversidade. Na formulação de questões o naturalismo se vincula a forma de pesquisa de Darwin na medida em que são elaboradas questões relacionadas às causas últimas. Antes de Darwin, questões como o porquê de uma determinada adaptação ou de qualquer outro fenômeno, era respondido de uma forma teleológica tradicional, como se ocorresse devido a um plano ou devido ao criador. Nesse sentido, uma análise científica acerca do fenômeno era excluída. A teoria de Darwin, foi a primeira a abarcar uma noção racional para a compreensão das causas últimas em meio natural e essa causação natural tornou-se o interesse primário dos naturalistas. Os geneticistas herdaram em sua maior parte a metodologia de estudo das ciências físico/químicas. Pesquisadores de tal corrente acreditavam que a metodologia por eles empregada era mais objetiva e mais científicista do que a abordagem dos naturalistas. Para os geneticistas a abordagem dos naturalistas era considerada meramente especulativa. Tal linha de pensamento nos remete as discussões em filosofia da ciência acerca da demarcação do que é ciência e quais características as compõe como em Thomas Kuhn, Popper, Lakatos e Feyerabend. Thomas Hunt Morgan (1932, p.13), afirma que apenas através do método experimental seria possível “(...) furnish us today with ideas for na objective discussion of the

theory of evolution in striking contrast to the older speculative method of treating evolution as a historical problem.” O termo especulativo desvaloriza a forma de pesquisa utilizada pelos naturalistas em uma visão tradicional de ciência. Através da leitura de Morgan os geneticistas acreditavam que somente devido a metodologia empregada por eles foi possível dar a teoria da evolução um caráter científico.

Os naturalistas e os geneticistas se portavam como adversários, e um não tinha a capacidade de compreender os argumentos do outro, tal fato ocorria pois cada um dos grupos lidavam com problemas distintos no que se refere a hierarquia dos fenômenos naturais que são estudados e tinham metodologias distintas de pesquisa. Os naturalistas se preocupavam em estudar as espécies, as populações e os táxons³⁰ ao passo que os geneticistas se preocupavam com os genes. O grupo dos geneticistas pesquisava em um sistema do tipo unidimensional ou seja relacionado a um único conjunto de genes. O grupo dos naturalistas pesquisava em um sistema do tipo multidimensional onde estavam contidos as noções de espaço geográfico e tempo. A principal distinção que causava uma grande ruptura entre os grupos era que os naturalistas concebiam a evolução de forma gradual enquanto os geneticistas concebiam a evolução saltacionista. Na corrente denominada gradualismo o processo evolutivo ocorre através do acúmulo de pequenas variações no decorrer de várias gerações, enquanto isso, no saltacionismo o processo evolutivo ocorre de forma repentina causando grandiosas modificações em uma única geração. No gradualismo há a ocorrência de formas intermediárias enquanto no saltacionismo tal fenômeno jamais teria ocorrido.

5.3 A união entre geneticistas e naturalistas: o desenvolvimento da síntese evolutiva.

No decorrer das três primeiras décadas do século 20, ocorreu o distanciamento entre os geneticistas (empiristas) e os naturalistas.

Na segunda década do século XX, as pesquisas sobre a genética mendeliana já se haviam tornado um empreendimento de maiores proporções. As pesquisas preocupavam-se com muitos problemas, a maioria dos quais tinha mais a ver com genética do que com biologia evolutiva. Mas, na teoria da evolução, o principal problema era reconciliar a teoria atomística mendeliana

³⁰ “Táxon: Qualquer grupo taxonômico nomeado, por exemplo família Felidae (...). Um grupo formalmente reconhecido como diferente de qualquer outro grupo (como o grupo dos herbívoros ou o das aves trepadoras).” (RIDLEY, 2013, p. 707)

da genética com a descrição biométrica da variação contínua em populações reais. (MAYR, 2013, p.38)

As duas áreas, mantinham um distanciamento, que aparentemente era intransponível. *“Both sides display a feeling of superiority over their opponents who simply do not understand what the facts and issues are.”* (MAYR, 1998, p.40) As áreas competiam entre si afim de defender apenas “o seu” posicionamento como correto principalmente devido as divergências na formulação das questões.

Para romper essa disputa entre as duas linhas seria necessário encontrar uma forma de reconciliar as duas linhas de pesquisa. Era necessário pensar no desenvolvimento da teoria da evolução de uma forma coletiva. Conforme Marcelo Dascal é necessário a cooperação e o confronto crítico para o desenvolvimento do saber.

(...) o saber – especialmente, mas não somente, o saber científico – constrói-se e cresce por meio de um trabalho coletivo que se realiza em diferentes níveis, incluindo as equipes de investigação e laboratórios, as revistas, os congressos e outros meio de contato entre os cientistas (...). Costuma-se ressaltar o caráter cooperativo na construção coletiva do saber. Mas não menos importante do que a cooperação - e talvez a condição necessária de sua possibilidade – é o confronto crítico entre abordagens, projetos, metodologias, objetivos, disciplinas, teorias e cientistas individuais ou grupos de cientistas (DASCAL, 2005, p. 15)

Para que fosse possível iniciar a construção da síntese era necessário que houvesse a migração de uma disputa para uma cooperação não excluindo o confronto crítico. Para tanto, era necessário o surgimento de dois novos grupos que pudessem cooperar, sendo eles:

- a) Jovens geneticistas que transpusessem a área de estudo e apresentassem interesse para o problema da diversidade e os diferentes aspectos das populações em uma concepção evolutiva.
- b) Naturalistas que conseguissem compreender que a segunda geração de geneticistas (a) não era contrária a noção gradualista da evolução e a noção de seleção natural.

A junção dessas duas situações foi o que possibilitou o desenvolvimento da síntese da evolução. A função da síntese evolutiva é sustentar de forma ocorrem as transformações/variações que ocorreram e ocorrem nos diferentes seres vivos, ao longo do tempo ecológico e geológico. A síntese, de forma resumida explica os fenômenos evolutivos através da seguinte forma (AVERS, 1989, p. 55):

- a) Uma alta quantidade de variação genética é produzida e está contida nas populações naturais por meio dos processos de mutação³³ (cromossômica, gênica) que ocorrem de forma aleatória, e, da recombinação, sendo que esses não consistem em uma resposta direcionada para responder as necessidades dos seres vivos.
- b) A evolução das populações sofre influência de forma particular pela seleção natural, pelo fluxo gênico³¹ e pela deriva genética que ocorre de forma aleatória que é caracterizado pelas alterações ocorrentes nas frequências gênicas.
- c) As variações genéticas vinculadas a adaptação ao longo do tempo geram pequenas mudanças no fenótipo de forma gradual que irão se acumular nas diferentes linhagens³² evolutivas ao longo do tempo.
- d) Um evento de separação das populações levando ao isolamento geográfico conduz de forma gradual ao processo de especiação³³ dos grupos que estão reprodutivamente isolados.
- e) O acúmulo contínuo de variações genéticas, especialmente a seleção natural, geram novos táxons (acima de espécie) da mesma forma que ocorre em nível de espécie. A partir dos princípios acima aparece uma clara rejeição do Lamarckismo³⁴, especialmente a partir da afirmação “a”. A partir do princípio “c” fica claro a aceitação na síntese do gradualismo filético. A partir do princípio “e” fica claro que o fenômeno macroevolutivo³⁵ nada mais é do que o fenômeno microevolutivo³⁶ ocorrendo em longos períodos de tempo.

³¹ “Fluxo gênico: A movimentação de genes para uma população, através de intercruzamento ou por migração e intercruzamento” (RIDLEY, 2013, p. 704)

³² “Linhagem: Uma sequência de ancestrais-descendentes de (i) populações; (ii) células; ou (iii) genes.” (RIDLEY, 2013, p. 705)

³³ Especiação é a formação de uma nova espécie.

³⁴ “Herança de caracteres adquiridos: Teoria historicamente influente, mas factualmente errônea, de que um indivíduo pode herdar características que seus genitores adquiriram durante suas existências.” (RIDLEY, 2013, p. 704)

³⁵ “Macroevolução: A evolução em grande escala; o termo refere-se a eventos em nível superior ao de espécie. O surgimento de um novo grupo superior, como o dos vertebrados, seria um exemplo de evento macroevolutivo.” (RIDLEY, 2013, p. 705)

³⁶ “Microevolução: As mudanças evolutivas em pequena escala, como as mudanças de frequências gênicas em uma população.” (RIDLEY, 2013, p. 705)

5.4 Algumas conclusões acerca do desenvolvimento da síntese

Segundo Mayr (1998, p. 29), a publicação *Genetics and the Origin of species* (1937), do autor Dobzhansky, protagonizou o início do desenvolvimento da síntese. O primeiro capítulo, em sua totalidade, tratava da diversidade orgânica. Os capítulos subsequentes, tratam sobre a variação populacional, a seleção, os mecanismos relacionados ao isolamento e tratava das espécies como sendo unidades naturais. O diferencial de Dobszhansky é que ele foi o primeiro a unir o conhecimento dos naturalistas acerca da evolução com o conhecimento empírico dos geneticistas. O conhecimento empírico Dobszhansky adquiriu por ser um geneticista experimental e foi o pioneiro no que tange tecer uma teia que ligava o naturalismo ao empirismo genético.

Em termos de desenvolvimento da teoria da evolução, a síntese pode ser considerada um dos marcos mais importantes após o lançamento da *Origem* em 1859. A síntese não pode ser considerada uma revolução científica.

[...] isto é, quando os membros da profissão não podem mais esquivar-se das anomalias que subvertem a tradição existente da prática científica – então começam as investigações extraordinárias que finalmente conduzem a profissão a um novo conjunto de compromissos a uma nova base para a prática da ciência. Os episódios extraordinários nos quais ocorre essa alteração de compromissos profissionais são denominados, neste ensaio, de revoluções científicas. (KUHN, 2009, p. 24)

[...] a característica principal das revoluções científicas é que elas alteram o conhecimento da natureza intrínseco à própria linguagem, e que é, assim anterior a qualquer coisa que seja em absoluto caracterizável como descrição ou generalização científica ou cotidiana. (KUHN, 2006, p. 44)

O termo síntese atribuído a ela me parece o mais adequado. Pois, anteriormente foi descrito o que diferenciava em termos de foco de pesquisa entre os naturalistas e os geneticistas.

Cada um deles representava uma tradição de pesquisa, conforme a afirmação de Laudan (1977, p.103), duas tradições de pesquisa distintas podem em vez de se anularem se fundirem gerando uma síntese, que pode ser considerada um progresso em relação as tradições distintas existentes anteriormente.

Compartilhando essa noção de Laudan, o fenômeno que ocorreu na biologia evolutiva, dos anos 1936 até 1947, foi uma síntese entre duas tradições que aparentemente eram tão distintas que parecia impossível que ambas pudessem se fundir. Partindo da noção de Kuhn (2009, p. 67), onde um paradigma é “um conjunto de ilustrações recorrentes e quase

padronizadas e diferentes nas suas aplicações conceituais, instrumentais e na observação”, não houve uma “competição” entre os paradigmas das tradições que aparentemente concorriam e sim uma cooperação que levou a fusão de ambas, levando ao surgimento da síntese. Não podemos considerar a síntese como uma mera aceitação das descobertas realizadas pelos empiristas genéticos, ou seja, não foi possível reduzir a biologia evolutiva a genética empirista. Os naturalistas, contribuíram de forma direta e efetiva com: a noção de populações biológicas, a variação das espécies no gradiente espaço temporal, o conceito de espécie biológica³⁷, no surgimento das novidades evolutivas, qual é a função do comportamento além de todo o enfoque na questão da diversidade. Tais conceitos são essenciais para a compreensão do fenômeno evolutivo e estavam ausentes na pesquisa empírica dos geneticistas.

Em um primeiro momento, a síntese refutou concepções consideradas errôneas como: teorias autogenéticas, o essencialismo evolutivo, a hereditariedade tênue e a teoria dos saltos. A síntese evolutiva corroborou a importância da seleção natural, da noção gradualista, a adaptação e a diversificação na estrutura populacional das espécies, e qual a função evolutiva efetiva da hereditariedade sólida e das espécies.

A construção da síntese evolutiva, principalmente quando nos deparamos com a refutação da herança de caracteres adquiridos pela variação genética produzida pela mutação, retira o direcionalismo do processo evolutivo. Se ele não é direcional não pode ser considerado teleológico, pois, não visa um fim e não é direcionado para um fim, e sim está vinculado a aleatoriedade, devido a aleatoriedade da mutação, que pode gerar uma diferente característica tanto em nível fenotípico quanto genotípico.

³⁷ A espécie biológica definida pelos naturalistas é caracterizada por ser uma entidade reprodutiva que é autônoma ecologicamente.

6 A SÍNTESE ESTENDIDA DA EVOLUÇÃO (PERÍODO PÓS-SÍNTESE): O ADVENTO DA BIOLOGIA MOLECULAR.

Este capítulo visa trazer o caminho percorrido após o desenvolvimento e solidificação da síntese evolutiva, e, os novos campos e desdobramentos que levaram ao desenvolvimento da síntese estendida da evolução. O propósito dessa capítulo é mostrar como se consolida definitivamente uma teoria da evolução que perde o seu caráter teleológico em sua noção causal.

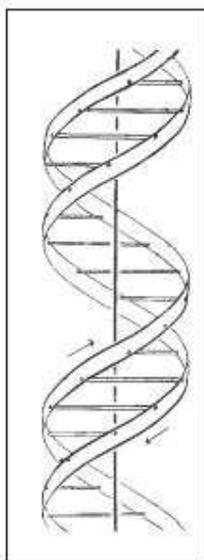
O período pós-síntese nas ciências biológicas levou a diferentes desdobramentos, dentre eles, há um grande interesse no que compõe a variação e a diversidade do matéria genético relacionado a diversidade de tipos de DNA. Pós-síntese houve a geração de elos entre a biologia comportamental (etologia) e a ecologia propriamente dita. Um ramo, que foi se tornando cada vez de maior importância na pós-síntese é o estudo acerca da evolução no que concerne as macromoléculas. Devido a propagação, a ampliação e a diversificação dos estudos evolutivos, ele rompeu as barreiras que separavam áreas aparentemente divergentes nas ciências biológicas, se fundem a teoria evolutiva, como a ecologia evolutiva, a etologia evolutiva e a evolução molecular. Esses diferentes campos, agora com uma fundamentação evolutiva, podem formular questões relacionadas ao “porquê”, agora, sem recorrer a uma fundamentação teleológica. Os princípios que são adequadamente acrescentados a síntese evolutiva, são a partir da noção de BROOKS et al, 1988, p. 385:

- a) A genética de populações, explica de que forma fenótipos e/ou genótipos particulares se arquetam dentro das populações através das gerações. A hipótese da genética das populações, procura fornecer a conexão entre as variações que acontecem nos indivíduos e a orientação dessas mudanças nas populações e nas espécies.
- b) A ecologia de populações vem para explicar a dinâmica que ocorre dentro das populações (dispersão, morte, nascimento ...) em condições naturais. A hipótese da ecologia das populações procura fornecer a conexão entre as populações e o ambiente com a genética.
- c) A separação física total, ou quase total, de um pool gênico de uma espécie ancestral aparentemente é a forma mais comum de ocorrer o processo de especiação, porém há outras formas desse processo ocorrer.

Irei adicionar a esses princípios:

- d) A biologia molecular como fundamento para o desenvolvimento da filogenia das espécies, através de marcadores moleculares (com foco em sequência de DNA e sequência de proteínas) (PIERCE, 2010, p. 320)
- e) A interferência da transmissão horizontal na noção de espécies genealogicamente subordinadas. (SYVANEN, 1985, p.2)

A partir do momento em que houve uma interpretação unificadora do processo evolutivo, houve um impacto positivo sobre a biologia evolutiva em todas as áreas das ciências biológicas. No momento em que foi possível eliminar os conflitos com as interpretações físico/químicas, no que diz respeito a teorias de caráter vitalístico ou teleológico, a biologia evolutiva se torna mais aceita do que no período anterior, quando era designada pelos empiristas como uma mera especulação. Em 25 de abril de 1953, Watson e Crick, publicam na Nature o artigo *Molecular Structure of Nucleic Acids*, no qual esclarecem a estrutura do DNA. Watson e Crick construíram um modelo molecular, que levou em consideração a configuração espacial e o tamanho dos nucleotídeos. Os autores, realizaram seus estudos através da utilização da difração dos raios X, o modelo mostra que a molécula de DNA é formada por mais de um elemento dispostos em duas longas cadeias paralelas, que são formadas por nucleotídeos³⁸ que estão dispostos em sequência. A molécula de DNA, segundo a proposta dos autores, é formada por duas cadeias, polinucleadas que estão dispostas em forma de hélice circundando um eixo imaginário, em forma de uma dupla hélice.



³⁸ “Nucleotídeo: A unidade de construção do DNA e do RNA. Um nucleotídeo consiste em um arcabouço de açúcar e fosfato, com uma base anexada” (RIDLEY, 2013, p. 706)

Fig. 1: Modelo do DNA como dupla-hélice desenvolvida por Watson e Crick. (CRICK et al, Molecular Structure of Nucleic Acids, Nature, n. 4356, p. 737)

A visão que emerge de Watson e Crick, é de que a matéria orgânica (ou matéria viva) é composta pelo fundamento histórico (programa genético) e o funcional (proteínas codificadas), estendendo a análise de causalidade dos fenômenos biológicos aos fundamentos históricos. Desse modo, foi reconhecido que é fundamental, em qualquer análise biológica a ser realizada, incluir um estudo histórico evolutivo de todos os componentes que abarcam organismos vivos. A biologia evolutiva antes concebida foi afetada assim como todas as ramificações que compõem as ciências biológicas.

A breve análise, da composição da biologia evolutiva, e das variações dos estudos por ela abarcada, possibilitam observar a transferência de interesses e de programas de pesquisa no seu interior. Podemos incluir, no desenvolvimento pós-síntese (síntese estendida), uma noção de Lakatos, denominada como programa de pesquisa teoricamente progressivo (Lakatos, p.33, 1980), pois percebe-se que a cada modificação no cinto protetor (ex.: etologia evolutiva) encaminha para novas predições (explicação de um comportamento através de um processo evolutivo). A descrição realizada acerca da teoria evolutiva nesse trabalho é bastante simplificada, porém, é possível perceber que o surgimento de novas técnicas e a transferência que um pesquisador faz de uma área para a outra levam ao surgimento de novas abordagens. Certamente, não é possível abarcar toda a complexidade no que concerne o avanço da biologia evolutiva, desse modo irei tratar pontos que me parecem relevantes acerca da evolução.

6.1 Os fundamentos da genética de populações

O estudo acerca da genética de populações se estabelece fortemente na década de 30 com Dobzhansky. O objetivo dessa tradição no que concerne o foco da pesquisa era testar matematicamente a genética das populações, tanto em meio natural, como em uma população controle em laboratório. Em 1937, Dobzhansky publica a sua obra *Genetics and the Origin of Species*, no qual define a evolução como sendo uma mudança na frequência dos genes³⁹.

³⁹ “Evolution is [no more than] a change in gene frequencies” (DOBZHANSKY, 1937, p.11)

A moderna genética de populações segundo Ridley (2013, p. 127), tenta responder a seguinte questão “se conhecermos a frequência genotípica (ou gênica), como ela será na próxima geração?”. Para responder a tal pergunta, os geneticistas de populações separam cada geração (geração n e geração $n+1$) em um conjunto de etapas. Em cada uma das etapas é analisada de que forma as frequências genotípicas são atingidas. Comumente a análise se inicia na primeira geração (Geração n), e após é feita a mesma análise com a geração subsequente (Geração $n+1$)

A genética de populações, segundo Ridley (2013), elementarmente consiste no modelo abaixo:

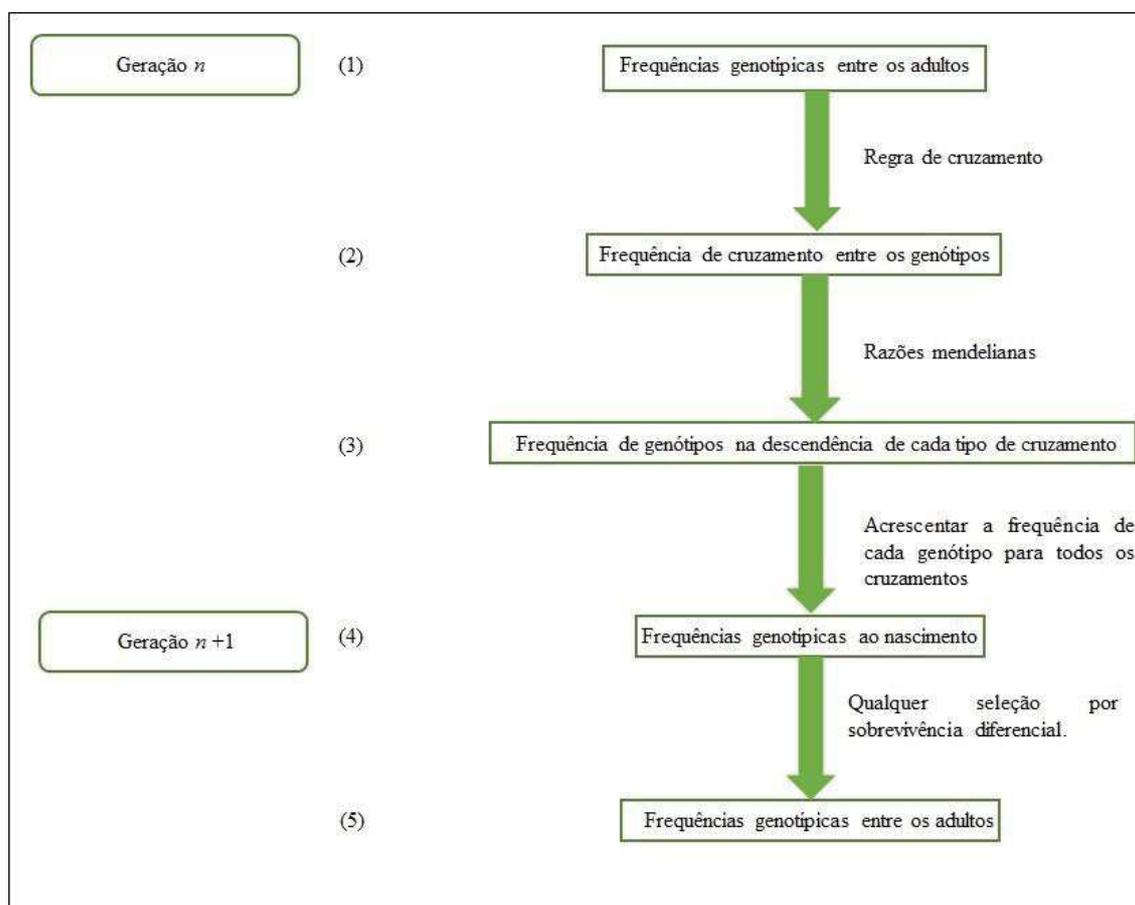


Figura 2 – O modelo geral da genética de populações (RIDLEY, 2013, p. 127)

Tal modelo se divide em cinco momentos distintos, que estão numerados de 1 até 5. O início se dá na primeira geração (Geração n), onde serão identificados as frequências genotípicas entre os adultos. Aplicando a regra de cruzamento conseguimos determinar como os genótipos combinam-se para que seja possível a procriação. Para cada um dos possíveis cruzamentos, iremos aplicar a razão mendeliana, incluindo as frequências ocorridas em cada

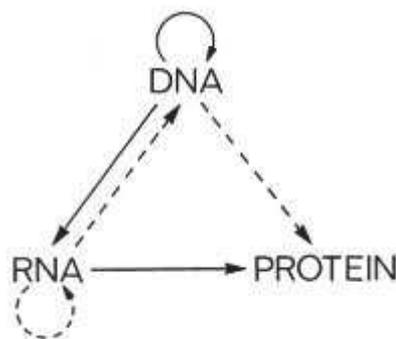
um dos genótipos⁴⁰, que são geradas entre cada um dos tipos de cruzamento, afim de que seja possível encontrar frequência total dos genótipos nos descendentes que nascem que pertencem à geração seguinte (Geração $n+1$). Quando os genótipos tem chances de sobrevivência que se diferenciam entre si (entre o nascimento até a idade adulta), para que seja possível encontrar a frequência ocorrente entre os adultos. No momento em que forem finalizados os cálculos em cada uma das etapas, será respondida a questão-chave realizada pelos geneticistas de população.

A seleção pode agir de duas maneiras: por meio das diferenças na sobrevivência entre os genótipos ou por meio de diferenças na fertilidade. Existem dois extremos teóricos. Em um, os indivíduos sobrevivente de todos os genótipos produzem o mesmo número de descendentes, e a seleção age apenas em relação à sobrevivência; no outro, indivíduos de todos os genótipos possuem a mesma sobrevivência, mas diferem no número de descendentes que eles produzem. (RIDLEY, 2013, p. 128)

Esse modelo contempla as diferenças de chance de sobrevivência. E a genética de populações, atualmente, pode ser definida como “o estudo dos processos que influenciam as frequências gênicas.” (RIDLEY, 2013, p. 704).

6.2 O advento da biologia molecular.

A biologia molecular exerce seu maior impacto após a publicação do artigo *Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid* em 1953. Onde foi descoberta de que forma o DNA se estrutura. O impacto imediato que se deu com a publicação desse artigo foi o desenvolvimento do dogma central da biologia molecular que consiste na afirmação de que a tradução dos ácidos nucleicos em proteínas e peptídios seguindo sempre esse fluxo, ou seja, proteínas não podem voltar a ser ácidos nucleicos.



⁴⁰ “Genótipo: a dupla de genes que um indivíduo possui em um dado loco” (RIDLEY, 2013, p. 704)

Figura 3 – Representação do dogma central da biologia, modelo experimental desenvolvido por Crick (1958, p. 562)

A descoberta do dogma central, feita por Crick, e publicada no artigo *Central Dogma of Molecular Biology*, refuta de forma consistente mostrando a impossibilidade da herança dos caracteres adquiridos.

Durante um longo período, não havia uma preocupação conceitual, de como é possível o plasma germinal ser replicado de forma precisa. Os primeiros a se questionarem acerca da quase total precisão da replicação do plasma germinal foram os biofísicos. Casualmente, os geneticistas registravam algum tipo de erro, que para eles não passava de um processo de mutação. Os pesquisadores em evolução, não se sentiam perturbados sobre a margem de erro encontrada, visto que eles reconhecem a existência de inumeráveis gametas e zigotos que irão se cessar antes ou durante o desenvolvimento do ser vivo. A preocupação dos biofísicos, levou a descoberta dos mecanismos de reparação, que podem reparar erros ocorrentes na reprodução, auxiliando a explicar a baixa taxa de erros na réplica.

Foi descoberto que, o código genético que compõe o DNA, será expressado através de trincas de bases, que são chamadas códon. Cada um dos códon será formado por três letras, e essas três letras compõe um tipo de aminoácido.

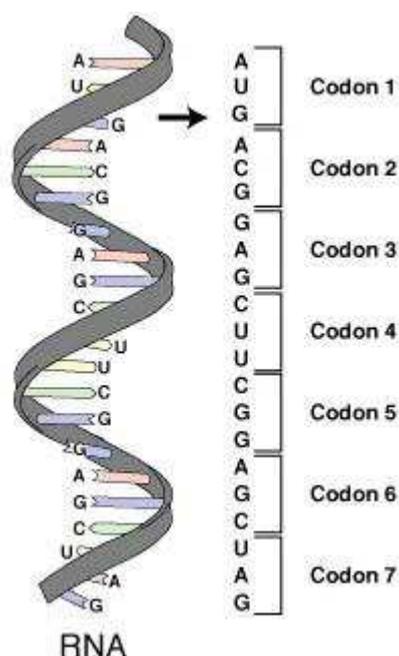


Figura 4 - Uma série de códonos em uma parte de uma molécula de molécula de RNAm. Cada códon é composto por três nucleótidos, geralmente representando um único aminoácido. (GRIFFITHS, ANTHONY J. F.; MILLER, JEFFREY H.; SUZUKI, DAVID T.; LEWONTIN, RICHARD C.; GELBART, WILLIAM M. (1999). An Introduction to genetic analysis (7th ed.). San Francisco: W.H. Freeman.)

Dessa forma, o códon AAU irá codificar o aminoácido Asparagina (Asn) tanto no *Homo sapiens* (homem) como no *Streptococcus pyogenes* (espécie de bactéria). Devido a isso afirma-se que o código genético é universal, pois os códons, em quase todos os seres vivos possuem um significado comum.

Códon	Aminoácido	Códon	Aminoácido	Códon	Aminoácido	Códon	Aminoácido
UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys
UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Stop	UGA	Stop
UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Stop	UGG	Trp
CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg
CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg
CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg
AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser
AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg
AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg
GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly
GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly
GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly
GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly

A descoberta de que praticamente todo o código genético é comum serve como evidência para que seja possível retroceder os seres vivos a tal ponto em que se chegue a uma origem única. Tal descoberta, como outras da biologia molecular, contribuíram diretamente para que as diversas áreas de pesquisa das ciências biológicas se unificassem.

A biologia molecular, em seus primórdios continha estudos acerca dos vírus e das bactérias (procariotos), e partindo do princípio navalha de Occam, extrapolava-se os resultados encontrados nos procariotos⁴¹ para os eucariotos⁴⁵ sem fazer nenhum tipo de modificação. Essa

⁴¹ “Procarioto: Constituído por células procarióticas. As bactérias e alguns outros organismos simples são procarióticos. Em termos classificatórios, o grupo constituído por todos os procariotos é

extrapolação sem modificações não é necessariamente válida, e isso foi possível diagnosticar através dos estudos recentes, onde foi observado que o cromossomo dos eucariotos é mais complexa e diversa, do que a simplificada do que a dupla-hélice de DNA dos procariotos. Nos estudos mais recentes, o DNA passa a estar associado a uma diversidade de proteínas, especialmente as histonas, que compõe os nucleossomos, que aparentemente possuem funções distintas.

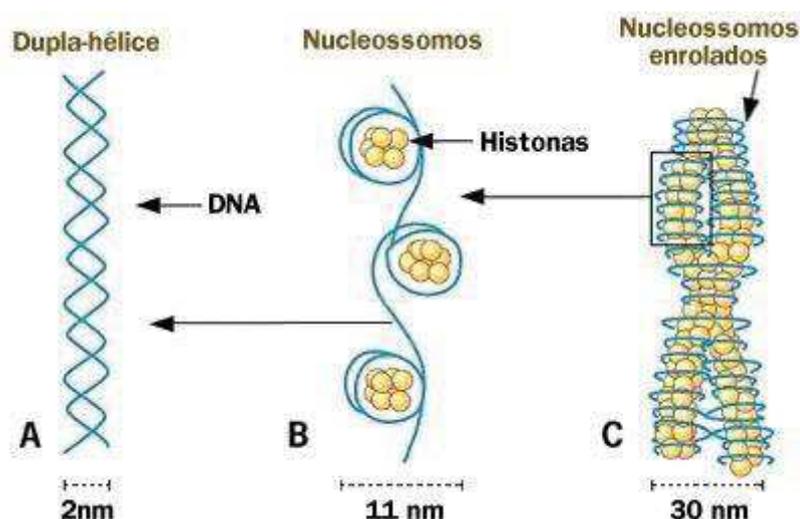


Figura 5 – Modelo ilustrativo mostrando os nucleossomos e as histonas. Life: The Science of Biology. W. H. Freeman; 10 ed., 2012, p. 85.

No ano de 1961, Marshall Nirenberg e Heinrich Matthaei, desvendaram o código genético (*The poly-u experiment, 2015*), devido a essa descoberta pensava-se que o maior problema da biologia molecular havia sido solucionado. Porém, após tal descoberta, surgiram novas descobertas. Tais descobertas, no geral estão relacionadas com novos aspectos acerca da fisiologia do gene, porém tais aspectos se relacionam direto com a importância evolutiva, no momento em que todos os processos moleculares forem conhecidos.

Os processos genéticos são controlados por estruturas infra microscópicas, onde os biólogos moleculares desenvolvem novas técnicas para que seja possível inferir acerca das estruturas moleculares e as variações que podem ocorrer nas mesmas. O desenvolvimento das técnicas, encaminha os estudos sobre a evolução molecular. Clement Lawrence Markert, foi um biólogo americano, desenvolveu a técnica de eletroforese amido coloidal. As proteínas que são solúveis,

parafilético.” (RIDLEY, p.706, 2013) ⁴⁵ “Eucarioto: Constituído por células eucarióticas. Quase todos os organismos pluricelulares são eucariotos.” (RIDLEY, p. 704, 2013)

quando imersas em um campo coloidal eletrificado, migram de forma diferentes conforme o peso molecular, podendo assim ser desmembrados uns dos outros. As proteínas segregadas podem se tornar visíveis, em um ambiente coloidal, através de técnicas variadas de coloração. A grande diferença da inserção de tal método é que o genótipo pode ser identificado sem a necessidade de analisar os cruzamentos dos antepassados. Cada alelo pode ser distinguido um do outro, são analisados de forma simultânea, até mais de 70 loci. Os métodos desenvolvidos anteriormente não poderiam determinar a nível de heterozigoticidade das populações e dos indivíduos. Evolutivamente, é possível comparar diferentes populações geográficas determinando o nível de heterozigoticidade. Tal método mostra apenas a variação dos genes estruturais que são responsáveis pela codificação das proteínas. E outra limitação do método, é que se houverem dois alelos com a mesma carga elétrica é subestimado o número de alelos. Para que seja possível descobrir outros alelos é necessário utilizar métodos adicionais como a degradação térmica e as alterações de pH. Cada dia há um maior número de enzimas que foram analisadas completamente, aumentando assim a confiabilidade quanto a variabilidade genética.

A técnica desenvolvida por Markert, pode ser facilmente aplicada por sujeitos sem formação em biologia, levando a um aumento vertiginoso acerca da variação das enzimas. Os pesquisadores Lewontin e Hubby, publicaram em 1966 o artigo *A Molecular Approach to the Study of Genic Heterozygosity in Natural Populations. II. Amount of Variation and Degree of Heterozygosity in Natural Populations of Drosophila pseudoobscura*, no qual foi aplicada a técnica na espécie *Drosophila pseudoobscura* para calcular a heterozigosidade dos indivíduos e das populações. O desenvolvimento da técnica, permitiu que a verificação de espécies gêmeas, a possibilidade de quantificar qual o real grau de parentesco de espécies e qual o seu distanciamento, se existe algum tipo de correlação nos enzimas no processo de especiação, se há alguma correlação entre as enzimas quando há a variação geográfica e se ela se correlacionam com os fatores climáticos com o meio ambiente.

A partir da pesquisa sobre o comportamento de macromoléculas foi possível diagnosticar regularidades ao longo do tempo geológico na proporção das macromoléculas existentes, e, de que forma há a substituição dos resíduos dos aminoácidos ao longo do processo evolutivo. A partir disso foi concebido o relógio molecular, que foi desenvolvido através da regularidade da substituição dos resíduos, podendo-se inferir a data da ramificação da espécie.

The discovery of the molecular clock — a relatively constant rate of molecular evolution — provided an insight into the mechanisms of molecular evolution,

and created one of the most useful new tools in biology. The unexpected constancy of rate was explained by assuming that most changes to genes are effectively neutral. Theory predicts several sources of variation in the rate of molecular evolution. (BROMHAM et. al, 2003, p. 216)

O fenômeno do relógio molecular, é explicado da seguinte forma, cada macromolécula em uma célula, interage com 10 à 25 macromoléculas distintas. No momento em que alguma das macromolécula presente nas células evoluem, respondendo a forças seletivas, exercendo pressão de seleção sobre as moléculas, substituindo o resíduo de algum aminoácido, adequando da melhor forma possível ao meio genético, reestabelecendo uma situação que se torna estável.

6.3 Os diferentes tipos de DNA

Após a modelagem realizada por Crick e Watson em 1953, admitiu-se que todos os genes consistem em DNA, e todos os genes eram fundamentalmente idênticos tanto nas suas características evolutivas quanto nas funções. Porém tal afirmativa, através das pesquisas subsequentes, parece não ser totalmente aplicável. Foi descoberto que não existe apenas um gene e sim diversas categorias de gene, como por exemplo genes estruturais, genes reguladores...etc. Um organismo mais complexo, possui em seus núcleos DNA suficiente para comportar milhões de genes, contudo há evidências para no máximo cinquenta e cinco genes no caso da espécie *Oryza sativa*⁴² (WATSON, et. Al, p. 132, 2006). Segundo Watson et al (p.133, 2006) o *Homo sapiens* por exemplo possui 27.000 genes. Esses genes estão contidos nas chamadas sequências únicas, além dessas há:

- a) duas classes gerais de DNA repetitivo. “Quase a metade do genoma humano é composta por sequências de DNA repetidas inúmeras vezes no genoma humano. Existem duas classes gerais de DNA repetitivo: DNA microssatélite e repetições distribuídas no genoma.” (WATSON et. al, p.164, 2006)
- b) DNA silencioso, o qual aparentemente não exerce nenhum tipo de função.

A noção de evolução em mosaico (evolução modular) consiste na evolução em taxas desiguais de vários componentes do fenótipo, e tal noção já era aceita desde o século XVIII com Lamarck. A evolução em mosaico, em vez de exibir uma série de estados de caráter intermediário muitas vezes consistem em uma mistura de estados ancestrais que são derivados

⁴² Arroz

de um padrão denominado (GOULD, 1977, p. 35). A noção de evolução em mosaico é tratada em diversos artigos da área de biologia molecular, como por exemplo no artigo *Human and rodent DNA sequence comparisons: a mosaic model of genomic evolution* (Koop, 1995), que fala acerca da possibilidade de o genoma evoluir em taxas diferentes.

First, a divergent pattern was observed in the noncoding sequences of the β globin and γ -crystallin gene clusters, and second, a highly conserved pattern was observed in the noncoding regions of the T cell receptor $C\alpha$ - $C\delta$, and the α - and β -myosin-heavy-chain genes. A third, mixed pattern has also been found in the immunoglobulin IgH $C\mu$ - $C\delta$ gene region. These three patterns of genomic evolution pose the fascinating possibility that large portions of the genome evolve at different rates. (KOOP, 1995, p. 367)

Aparentemente, os genes que servem como controle do processo de especiação variam de forma independente dos genes das enzimas. Cada grupo de genes responde as pressões seletivas de forma diferente, sendo assim seguem seus próprio caminhos evolutivos, desempenhando papéis distintos. Os genes das enzimas, parecem se diferenciar de forma uniforme, servindo assim como marcos para os relógios moleculares. Os genes das enzimas parecem não influenciar no processo de especiação, porém, as pesquisas continuam em andamento.

As pesquisas realizadas em evolução molecular afirmam que as macromoléculas dos eucariotos provavelmente surgiram dos procariotos.

A evolução molecular está, agora, entrando na era da genômica. Dados genômicos sustentam a promessa tanto de revelar os locais dentro do DNA onde a seleção atua quanto estimar as frações de substituições evolutivas que foram conduzidas por seleção natural e por deriva aleatória. (RIDLEY, 2013, p. 220)

6.4 Afinal, como a vida se originou?

Charles Darwin, ao publicar a primeira edição da *Origem* em 1859, propôs a hipótese de descendência comum, imaginando que deveria haver no princípio uma primeira forma de vida.

There is grandeur in this view of life, with its several powers, having been originally breathed into a few forms or into one; and that, whilst this planet has gone cycling on according to the fixed law of gravity, from so simple a beginning endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being, evolved. (DARWIN, 1859, p. 490)

A citação revela uma noção um tanto literária, no que concerne que a vida foi “soprada(breathed)” em uma ou algumas formas. Mesmo sendo uma formulação um tanto literária, foi bastante audaciosa, pois nesse período os pesquisadores consideravam improvável a origem única da vida devido a diversidade de formas que os seres vivos apresentavam.

Os pesquisadores em filogenia conseguiram a princípio retroceder os animais e as plantas até chegarem a formas mais simples como algas ou flagelados, porém, uma única origem para procariotos e eucariotos parecia improvável, porém com o avanço das pesquisas em biologia molecular, a descendência comum se estabilizou. Todas as formas de vida possuem uma semelhança química que é observada no código genético tanto de procariotos como de eucariotos, servindo então como um argumento favorável a descendência comum. Entre uma vasta gama de modelos biológicos que envolvem a ascendência de forma comum nos grandes grupos taxonômicos, os testes de seleção de modelo apoiam esmagadoramente a monofilia da vida conhecida independente da transferência horizontal e da fusão simbiótica (THEOBALD, 2010, p. 219)

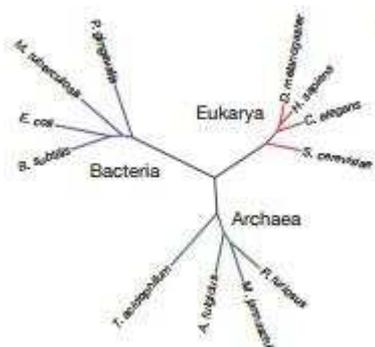


Figura 6 – Modelo desenvolvido onde todos os domínios da vida descendem de um ancestral comum. (THEOBALD, DOUGLAS L. A formal test of the theory of universal common ancestry. Nature 465, p. 220(13 May 2010))

Os seres vivos que hoje habitam a terra descendem de um ancestral comum, se houve seres vivos que descendiam de outros ancestrais hoje encontram-se extintos. A transferência horizontal auxilia no surgimento da variabilidade assim como a mutação, porém não é suficientemente grande para que interfira na noção de monofilia.

Havia uma tradição que acreditava que a origem da vida se dava através da matéria inanimada (geração espontânea).

O conceito de geração espontânea existe desde os tempos bíblicos. A ideia básica da geração espontânea pode ser facilmente entendida. Por exemplo, se

um alimento for deixado de lado por algum tempo, apodrecerá. Quando o material putrefato for examinado ao microscópio, exibirá enorme quantidade de bactérias e, talvez até mesmo organismos superiores como larvas e vermes. De onde surgiram esses organismos que não estavam aparentemente no alimento fresco? Algumas pessoas afirmavam que eles se desenvolveram a partir de sementes ou germes que penetraram no alimento pelo ar. Outros diziam que eles surgiram espontaneamente a partir de matérias inanimadas, isto é, por geração espontânea. (MADIGAN, 2010, p. 13)

Pasteur não era a favor da geração espontânea, e para comprovar a inexistência da mesma ele desenvolveu o experimento conhecido como “pescoço de cisne”, por utilizar um frasco que possuía tal formato.

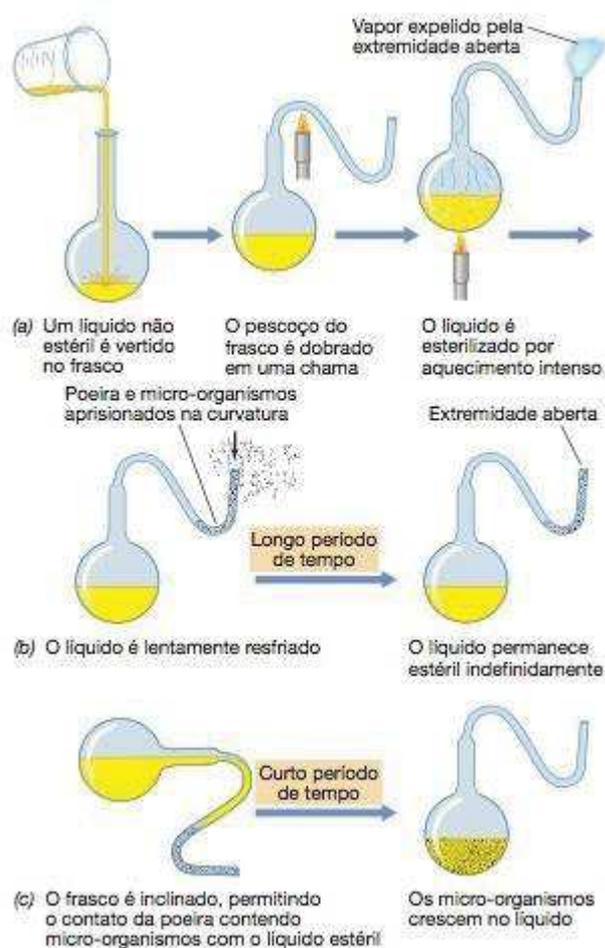


Figura 7 – Experimento que atesta a inexistência da geração espontânea utilizando o frasco com “pescoço de cisne”. (a) Quando o frasco fica mantido na posição vertical não foi verificado crescimento de microrganismos. (b) Quando o frasco é colocado na posição horizontal, os microrganismos entram em contato com o líquido e há a contaminação do líquido pelos microrganismos e o crescimento dessas colônias. (MADIGAN, Michael T. et al.

Microbiologia de Brock. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.p. 13)

Com a refutação da geração espontânea conceber a origem da vida parecia ficar cada vez mais complicado. A principal razão de tal dificuldade se dava pois os estudiosos concebiam de forma tipológica o surgimento de uma espécie viva de forma repentina da matéria inanimada, além de se conceber a terra, em todos os seus períodos geológicos, com um meio ambiente, com clima e condições atmosféricas constantes. As pesquisas geológicas, atualmente concebem que a terra jovem possuía uma atmosfera redutora que era composta essencialmente de amônia, metano e vapor da água. A provável origem da vida se dá a 3.430 milhões de anos em Strelley Pool Chert (SPC) (Pilbara Craton, Austrália) que é uma formação de rochas sedimentares que contem estruturas laminadas de provável origem biológica (estromatólitos) (Allwood et al, 2006, p. 714). Em 1953, Miler, publicou um artigo curso, intitulado *Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions*, no qual simulou as condições atmosféricas da terra primitiva, e mostrou que as moléculas básicas da vida podem ser sintetizadas a partir de moléculas simples, tornando a teoria de Darwin factível.

A biologia molecular se funde a síntese evolutiva, e se torna uma importante ferramenta para a concepção da teoria da evolução. A biologia molecular se funde a síntese, porém não reduz a teoria da evolução as pesquisas moleculares.

6.5 Os diversos tipos de seleção natural e sua natureza probabilística/estatística

Os tipos de seleção natural são classificados conforme a resposta à curva de variação em relação a pressão seletiva exercida. Atualmente, a seleção natural é dividida em três tipos sendo eles a seleção direcional, seleção estabilizadora e seleção disruptiva.

- a) Seleção direcional: irá favorecer um único fenótipo, sendo assim o alelo que for o mais vantajoso terá a sua frequência aumentada ao longo do tempo.
- b) A seleção estabilizadora: irá favorecer um fenótipo intermediário, sendo assim o alelo “intermediário” terá a sua frequência aumentada ao longo do tempo.
- c) Seleção disruptiva: irá favorecer ambos fenótipos extremos, ou seja os alelos “extremos” terão sua frequência aumentada ao longo do tempo.

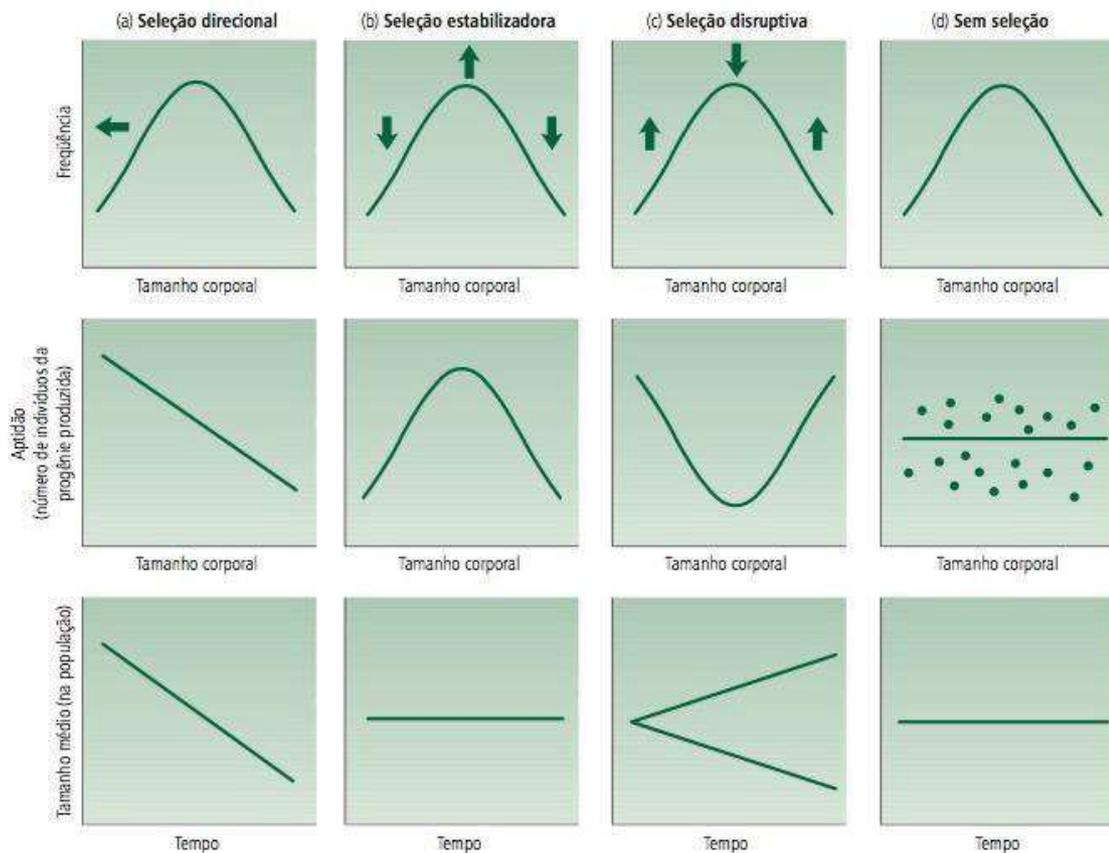


Figura 8 – Gráficos contendo a ação dos três tipos de seleção natural e o controle se a atuação da seleção natural. (RIDLEY, Mark. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, p.107)

A seleção natural, foi encarada pelos essencialistas durante um longo período como sendo um fenômeno do tipo tudo ou nada, porém a seleção natural se comporta como um fenômeno estatístico. Charles Sanders Peirce, percebeu a natureza “estatística” da seleção natural, não um mero fenômeno de tudo ou nada, mesmo que possa haver falhas na seleção natural quando aplicada a um único indivíduo, “[...]variation and natural selection in any individual case will be, demonstrates that in the long run they will, or would, adapt animals to their circumstances.” (Peirce, 1994, p. 1814) Apesar das humanidades ainda utilizarem a expressão sobrevivência dos mais aptos, os biólogos evolutivos abandonaram tal terminologia de caráter bastante determinístico. O alvo da seleção natural é o fenótipo em sua totalidade. Um essencialista só consegue conceber a seleção natural como um mero fator negativo, pois para ele, a seleção é uma mera força que pressiona o indivíduo para que os desvios deletérios sejam eliminados. Os oponentes da teoria de Darwin, utilizavam dessa noção essencialista, para afirmar que a seleção natural jamais poderia gerar novas formas. Através da forma como os

opponentes concluíam a ineficácia da seleção natural em produzir novas formas, é fácil perceber que não conseguiam compreendê-la como um processo dividido em duas etapas, sendo elas:

- a) É produzida uma grande quantidade de novas variações (genótipos e fenótipos), principalmente pela recombinação gênica, sendo que o papel da mutação é menor.
- b) Essas novas variações são “testadas” pela seleção natural.

As variações que passarão pelo “teste” é que efetivamente poderão contribuir para o patrimônio genético da geração seguinte. Esse processo que segue esse fluxo composto pela recombinação dos genes e a limitação de progenitores pela seleção, que ocasiona a cada geração subsequente uma oportunidade nova para obter vantagem nas novas possíveis conformações genéticas assim como do meio ambiente.

6.6 As formas de especiação: alopátrica, peripátrica, parapátrica e simpátrica.

Quando concebemos o surgimento de novas espécies na natureza, ou seja especiação, o evento causador necessário é o isolamento reprodutivo. Geralmente, a diferença entre espécies se dá pela genética, ecologia, comportamento e morfologia e com que irão cruzar. A definição de espécie entre os biólogos é bastante controversa, isso se dá pela variação estrutural que ocorre entre as diferentes formas de vida, a variação é tão grande, que parece improvável que se possa ter uma propriedade única compartilhada por todos os seres vivos para que tenhamos um conceito universal de espécie. Porém, muitas espécies se diferenciam pelo isolamento reprodutivo, mesmo não sendo um evento generalista, quando são realizadas as pesquisas em especiação é o evento-chave da pesquisa. O objetivo geral da pesquisa é compreender como a existência de uma barreira no intercruzamento pode evoluir na medida que uma espécie passe a ser duas.

A especiação alopátrica, é um tipo de especiação causada por isolamento geográfico. Nesse tipo de especiação, há a ocorrência de uma ruptura física que impede que os organismos possam se acasalar de forma regular. Essa ruptura dessa população pode se dar devido ao distanciamento dos grupos surgimento ou uma barreira física como, oscilações no nível do mar e desertificação. Em uma especiação alopátrica há uma redução drástica do fluxo gênico entre o indivíduos, sem necessariamente ser reduzido a zero (RIDLEY, 2013, p.418).

A especiação peripátrica é uma forma específica de especiação alopátrica. Nesse tipo de especiação, há a divisão da população através de uma barreira, e uma dessas populações fica bastante reduzida. A redução da população faz com que aumente a probabilidade de uma

espeiação completa devido a uma ação mais rápida da deriva genética em populações reduzidas. A maior dificuldade é verificar o real papel da deriva genética⁴³ nesses casos principalmente no que concerne reunir evidência de corroboração ou refutação (FUTUYMA, 1997,188 p.).

Na espeiação parapátrica não existe nenhuma barreira física específica que impeçam o fluxo gênico. Mesmo a população sendo contínua, ela não cruza de forma aleatória. Nesse caso, os indivíduos tendem a cruzar com os indivíduos mais próximos geograficamente do que com aqueles que estão mais distantes. A divergência ocorre, devido à redução do fluxo gênico e as diferentes pressão de seleção que ocorrem em toda a segmentação da população (FUTUYMA, 1997, p. 210).

Na espeiação do tipo simpátrica, não é necessário nenhum tipo de distanciamento geográfico para o fluxo gênico decresça entre os membros de uma mesma população. Um população desse tipo acasala de forma aleatória, porém a redução do fluxo gênico que irá causar a espeiação ocorre pela exploração de um novo nicho, separando assim esses indivíduos. Devido a essa peculiaridade, os pesquisadores questionam em que frequência esse tipo de espeiação ocorre. Pois geralmente, a seleção para que a espeiação ocorra deve ser forte o suficiente para que ocorra a divergência na população. Tal ocorrência se dá pois o fluxo gênico que está operando em uma população que tem como característica o acasalamento aleatório as diferenças entre as espécies incipientes tendem a ser destruídas. (FUTUYMA, 1997, p. 213)

6.7 A macroevolução

Após a síntese, o que compõe a síntese estendida além da seleção natural e a espeiação é a macroevolução. Segundo Ridley (2013, p. 705), a macroevolução é *“a evolução em grande escala; o termo refere-se a eventos em nível superior ao de espécie. O surgimento de um novo grupo superior, como o dos vertebrados, seria um exemplo de evento macroevolutivo.”* Nesse sentido, em vez da pesquisa se concentrar em uma única espécie de primata, uma pesquisa macroevolutiva diminui o zoom, e se preocupa com todo o clado⁴⁴ e a posição de tal espécie no

⁴³ “Deriva genética: são mudanças aleatórias nas frequências gênicas de uma população” (RIDLEY, 2013, p. 703)

⁴⁴ “Clado: Um conjunto de espécies que descende de uma espécie ancestral comum.” (RIDLEY, 2013, p.702)

cladograma. A macroevolução engloba as maiores tendências e transformações na evolução, como por exemplo a origem dos mamíferos e a irradiação adaptativa das angiospermas⁴⁵.

Os padrões macroevolutivos são geralmente os descritos quando detalhamos em larga escala a vida. Não é uma tarefa fácil compreender os padrões macroevolutivos, uma vez que não há como acompanhar o surgimento das primeiras formas. Para reconstruir a história da vida é preciso utilizar todas as evidências disponíveis como a geologia, os fósseis e os organismos vivos.

Uma vez que seja possível descobrir quais eventos evolutivos têm ocorrido, o próximo passo é descobrir de que forma eles ocorreram. Assim como na microevolução, os mecanismos básicos do processo evolutivo como a mutação, a migração, a deriva genética e a seleção natural são princípios que auxiliam na explicação dos padrões em larga escala na história da vida. Os mecanismos básicos podem produzir mudanças evolutivas importantes se houver um tempo suficientemente grande. A macroevolução ocorre quando há um longo período de tempo (3.430 milhões de anos⁴⁶) em conjunto com os mecanismos básicos da evolução.

A mutação em pequena escala parece não exercer uma forte influência, porém em larga escala é fundamental para a diversidade da vida. A vida na Terra vem se formando devido ao acúmulo de mutações e do contato com outros seres provocando a transferência horizontal, e a seleção filtrou esse material durante 3.430 milhões de anos, tempo longo o suficiente para que os processos evolutivos agissem e produzissem a longa história da vida.

A macroevolução comporta todas as mudanças, as diversificações e as extinções que ocorrem ao longo da história da vida. Os pesquisadores no campo da macroevolução, além da história evolutiva de uma espécie específica, estão preocupados com padrões que se repetem na árvore da vida. Os pesquisadores classificam quatro padrões, sendo eles:

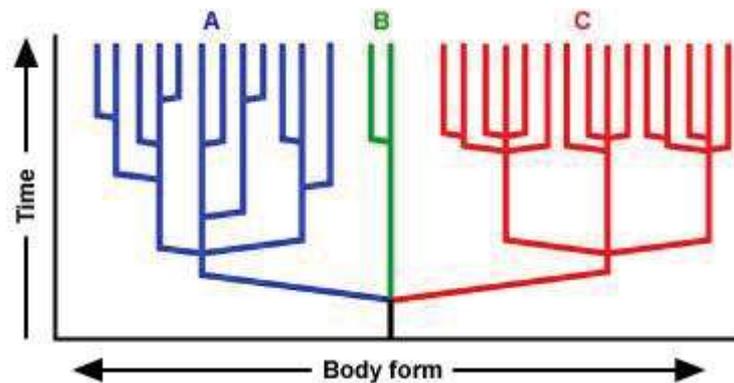
- a) Estase: *“As espécies podem ter uma taxa reduzida de mudanças evolutivas entre os eventos de especiação – uma condição que Eldredge e Gould chamam de estase. Em teoria, a ausência de mudanças evolutivas em uma espécie pode ser explicada por seleção estabilizadora ou por restrições.”* (RIDLEY, 2013, p.614) Algumas linhagens mudaram tão pouco em um longo período de tempo que ficaram conhecidos como fósseis vivos. Um exemplo de fóssil vivo são os peixes celacantos. Até o ano de 1938 os biólogos acreditavam que os celacantos haviam sido extintos à 80 milhões de anos.

⁴⁵ Plantas que contem flores e frutos.

⁴⁶ Surgimento da primeira forma de vida.

Porém, em 1938, descobriram um celacanto vivo, no Oceano Índico morfologicamente semelhante aos fósseis ancestrais. (FOREY, 1998, p. 36). A linhagem celacanto, está em estase morfológica a cerca de 80 milhões de anos.

- b) Mudança de caracteres: As linhagens podem mudar rapidamente ou lentamente. Essa mudança de caracteres pode ser unidirecional, como aumentar o número de segmentos, ou se inverter fazendo com que haja a perda de segmentos. (FUTUYMA, 1997, p. 345). Tais mudanças podem ocorrer em uma ou mais linhagens.
- c) Especiação: Os padrões de especiação podem ser identificados através da construção e da análise filogenética. (FUTUYMA, 1997, p. 358). A filogenia pode revelar que uma linhagem (Clado A), sofreu diversas rupturas na sua linhagem gerando novas espécies. A filogenia também pode revelar que uma linhagem possui uma baixa taxa de ruptura (Clado B), tendo poucos “galhos” em sua árvore, representando poucas espécies. Outra possibilidade é revelar que uma dada linhagem, teve uma alta taxa de ruptura em um mesmo período de tempo (clado C).



(FUTUYMA, Douglas J. Evolutionary biology. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1997. P. 358)

- d) Extinção: é extremamente importante na história da vida. Ela pode ser um evento frequente ou raro dentro de uma linhagem, ou pode ocorrer simultaneamente em muitas linhagens (extinção em massa) (RIDLEY, p.551, 2013). Todas as linhagens possuem chances de serem extintas. E a tendência a extinção é grande, se partirmos do pressuposto que 99% das espécies que já habitaram a Terra estão extintas.

6.8 A evolução do ser humano através de uma abordagem naturalista.

Para que possamos entender o ser humano aplicando princípios ecológicos e evolutivos temos que partir do pressuposto de que cada ser humano é apenas um animal. A capacidade de tratar o ser humano como organismos biológicos se dá devido a noção de que evoluímos através da seleção natural. Essa afirmação está embasada na noção macro evolutiva, onde são comparados as semelhanças e as diferenças entre os humanos modernos e as outras espécies. Charles Darwin, na obra *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex (1871)*, mesmo com a limitação dos dados, Darwin procurou mostrar que as nossas características evolutivas, anatômicas e fisiológicas são extraordinariamente parecidas com a ordem Primates, ordem a qual nós pertencemos (DARWIN, 1871, p. 110). Além das características físicas, algumas características comportamentais, como as expressões faciais podem também ser úteis para relacionarmos os humanos e os outros primatas. Darwin, na obra *a Expressão das emoções* afirma que:

Nos humanos, algumas expressões, como o arrepiar dos cabelos sob a influência de terror extremo, ou mostrar os dentes quando furioso ao extremo, dificilmente podem ser compreendidas sem a crença de que o homem existiu um dia numa forma mais inferior e animalesca. A partilha de certas expressões por espécies diferentes ainda que próximas, como na contração dos mesmos músculos faciais durante o riso pelo homem e por vários grupos de macacos, torna-se mais inteligível e acreditarmos que ambos descendem de um ancestral comum. Aquele que admitir que, no geral, a estrutura e os hábitos de todos os animais evoluíram gradualmente, abordará toda a questão da Expressão a partir de uma perspectiva nova e interessante. (DARWIN, 2012, p. 19)

Na citação acima, fica clara algumas noções evolutivas abordadas anteriormente, como a noção de espécies genealogicamente subordinadas e o gradualismo do processo evolutivo.

As conclusões de Darwin na obra *Descent of Man* e na obra *A expressão das emoções no homem e nos animais*, servem como aporte para as pesquisas. A antropologia biológica e a arqueologia se esforçam para documentar a relação entre os humanos e as outras espécies de animais. A Origem das espécies foi um marco pois os seres vivos deixaram de ser concebidos como o resultado de um ato especial de criação passando para uma visão naturalista, nesse sentido o ser humano deixam de ser a “obra prima” da criação e se torna mais uma espécie.

O autor Richard Passingham (1982), avalia a questão da evolução humana abrangendo a estrutura e o comportamento dos primatas. O principal foco de Passingham (1982) são as mudanças que ocorreram no cérebro, embora leve em consideração características como habilidade de manipulação e o bipedismo. O autor percebe que somos bastante diferentes dos

outros símios, porém essas diferenças podem facilmente ser explicadas através de princípios biológicos básicos. Passingham (1982) enumera três princípios básicos nos quais possam ocorrer essas transformações sendo eles:

- 1) As mudanças quantitativas podem exercer efeitos qualitativos. Passingham, (1982, p. 332) faz uma analogia com um computador da seguinte forma, se temos dois computadores um em escala maior e outro em escala menor, o computador maior não se limita a ter as mesmas funções que o menor somente em maior escala, ele pode realizar operações que se diferenciam do menor e de forma mais eficiente.
- 2) As mudanças não precisam ser radicais para que haja mudanças funcionais que tenham um efeito fundamental. (PASSINGHAM, 1982, p.332)
- 3) A instauração de um código novo que tem como função manipular as informações podem gerar resultados revolucionários. (PASSINGHAM, 1982, p. 333) Tal código é a linguagem, a linguagem está presente em outros organismos, mas aparentemente no ser humano é transformado gerando novas funções nas atividades cerebrais.

A partir das asserções acima, podemos conceber que o ser humano moderno pode ser comparado a outras espécies da ordem Primates em diversos aspectos, porém tal grupo passou por mudanças descontínuas e significativas. A questão fundamental não é a singularidade, e sim que a singularidade contínua ou a descontínua podem ser explicadas por princípio biológicos/evolutivos fundamentais.

O ser humano pertence à família taxonômica Hominidae, que é composta por quatro gêneros, o gênero *Pan*, o gênero *Gorilla*, o gênero *Homo* e o gênero *Pongo*. Esses quatro gêneros são compostos pelos chamados vulgarmente de grandes primatas. A família Hominidae surge a cerca de 13 milhões de anos (YUTAKA et al, 2007, p. 19220) Os primeiros Hominidae eram bípedes, pequenos, com o cérebro reduzido e possuíam dimorfismo sexual. (PASSINGHAM, 1982, p.89). A divisão em linhagens ocorreu aparentemente de forma rápida e podem ser bem enquadradas como uma irradiação adaptativa. Uma das linhagens são os australopitecíneos, que caracteristicamente são animais com grandes dentes, cérebro pequeno, grande face, e geralmente bastante robustos (GRINE et al., p. 36, 2009). O período dessa linhagem variou de 4,5 milhões de anos até 1 milhão de ano (CELLA-CONDE et al, 2003, p. 7685). A partir dessa linhagem surge uma posteriormente que possuía como características um cérebro maior, musculatura mais fraca, dando origem ao gênero *Homo* que é composta pelo *H. gaulegensis*, *H. antecessor*, *H. cepranensis*, *H. erectus*, *H. ergaster*, *H. floresiensis*, *H. georgicus*, *H. habilis*, *H. heidelbergensis*, *H. neanderthalensis*, *H. rhodesiensis*, *H. rudolfensis*,

H. sapiens idaltu e *H. sapiens sapiens* (homem moderno) (CURNOE, 2010, p. 152). Conforme as pesquisas realizadas até o momento, a espécie *Homo habilis* que desenvolveu as primeiras ferramentas de pedra, utilizou os recursos gerados pelos animais da forma mais próxima ao homem moderno, e talvez seja o primeiro grupo que possui características comuns ao homem moderno como a linguagem, a partilha e a cooperação, viabilizando as complexas interações sociais que se tornaram indispensáveis para o desenvolvimento do homem moderno.

A nossa espécie possui um passado evolutivo que pode ter a sua história reconstruída, para tanto precisamos que diversas áreas se unam, entre eles os registros fósseis, os registros arqueológicos, a comparação entre o *Homo sapiens sapiens* com os primatas vivos através da biologia (genética, molecular) e da ecologia. A história da nossa espécie é composta pela sucessão de personagens que ocorre com uma certa regularidade, cujo histórico mostra um sucesso adaptativo por ser bípede e possuir um cérebro grande. Somos a única espécie do gênero *Homo* existente.

7 CONCLUSÃO

Gostaria de concluir como é possível conceber que a causalidade na síntese estendida não é do tipo teleológica. Darwin, como visto no capítulo dois, continua usando de artifícios teleológicos para que possa dar conta de sua teoria, porém, com o avanço das técnicas genéticas e moleculares, e com o progresso da compreensão da teoria evolucionista a noção metafórica e ampla de Natureza ganha um destaque quando nos referirmos a um processo teleológico em Darwin.

O processo se mostra teleológico em Darwin nas seguintes dimensões:

- a) Existe um fim que rege o processo e está contido na direção que o é impressa. A primeira dimensão é que, esse direcionamento, está à nível de utilidade das variações para o indivíduo que a possui, conforme as condições de luta pela existência.
- b) O contexto em sua totalidade, onde a sobrevivência do mais apto irá regular a preservação do sistema Natureza.
- c) Sentido de aperfeiçoamento, pois ganhará um sentido de aumento da perfeição, progresso e avanço da organização.

O termo “utilidade”, seleção dos caracteres úteis, utilizado por Darwin na *Origem*, perde o seu significado quando passamos a conceber a seleção natural não como um fenômeno de tudo ou nada, mas como um fenômeno estatístico, que não direciona de uma forma propriamente dita um fenômeno evolutivo, pois a seleção natural testa as novas variações genéticas e fenotípicas e não as direciona. As variações genéticas e fenotípicas ocorrem pela cruzamento, mutação e pela transmissão horizontal, e são esses fatores aleatórios que impedem um direcionamento propriamente dito, que levaria a uma causa final que caracteriza um fenômeno como sendo teleológico.

Na síntese, essa noção de um sistema Natureza, metafórico, perde o significado. A natureza é concebida de forma objetiva, como uma série de fenômenos que continuam sendo descobertos. Porém, a sobrevivência do mais apto, não possui nenhuma finalidade, tão pouco preservar esse sistema Natureza.

Dos autores contemporâneos, Edward Wilson, é abertamente progressista no que concerne o processo evolutivo. É possível observar tal posicionamento de forma fatural no livro *A diversidade da vida*, onde o autor defende que, embora haja diversos caminhos para a

ocorrência do processo evolutivo, é possível observar que a evolução é direcionada as formas mais ascendentes dando uma clara noção de finalidade.

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

A mutação detém um caráter aleatório assim como a transmissão horizontal e não há uma orientação para o princípio de seleção natural. Nesse sentido, a evolução, não pode possuir um caráter orientado para um crescimento de valor como o defendido por Wilson. Não há a ocorrência de um processo ascendente orientado para as mudanças que determinem um crescimento de valor. A evolução ocorre de forma lenta e sem qualquer direção. Aparentemente a evolução estimula a criação de uma ilusão de progresso.

Os seres humanos estão incluídos no processo evolutivo, são os seres humanos que necessariamente formulam questões, podemos formular asserções acerca do progresso evolutivo e, como consequência, somos capazes de nos colocarmos dentro de um sistema progressista necessário. Nesse sentido, o ser humano efetua uma interpretação acerca da evolução, e tal interpretação se dirige ao ser humano e é finalizada nele. A noção progressista de evolução, aparentemente, é uma espécie de distorção causada pela capacidade humana de levantar questões, neste caso, sobre o progresso na evolução do que uma cópia real da realidade objetiva.

Resumidamente não há razões para que possamos pensar na evolução como algo orientado significativamente em direção a um progresso. Na natureza não é localizado nenhum tipo de progresso a partir das observações realizadas. Porém, se o ser humano desejar estabelecer uma escala própria evolutiva poderá ter bons argumentos em favor de um tipo de progresso. O empecilho principal é que na realidade objetiva não há ocorrência de um progresso.

A evolução não tem como meta um alvo específico ou algum estado privilegiado independente dos organismos vivos que são submetidos ao processo seletivo. Do mesmo modo que não há um objetivo específico que um organismo particular vá cumprir em favor da sua evolução, esse “objetivo”, depende de características aleatórias como de competição, mutação, transmissão horizontal e cópula. Um organismo pode ficar em estado de estase e nunca se modificar (evoluir), pois está dentro de um ambiente estável, com baixa taxa de competição.

Quando pensamos acerca das humanidades, ainda existe uma noção narcisista em relação ao homem. A própria ênfase acerca da “razão” humana é um reflexo da ideia teísta de

que somos imagem e semelhança de um criador racional, a razão parece estar sempre sobre um holofote quando o homem é tratado pelas humanidades. Quando essas áreas tiverem o substrato necessário e se desprenderem de uma noção teleológica de evolução, onde o homem é visto como o ser mais “evoluído”, tanto por ser racional quanto por ser uma espécie mais recente. O ser humano perderá o seu caráter “especial”, pois não é o fruto de um ato especial de criação, com imagem e semelhança de uma divindade e por isso não deve subjugar a natureza para si. A consciência de que somos somente mais uma espécie única e que somos fruto de um processo evolutivo de caráter aleatório, não intencional e não teleológico auxiliará para que possamos avançar em estudos de áreas como a sociologia, a antropologia e a filosofia.

REFERÊNCIAS

AGASSIZ, ELIZABETH. **Louis Agassiz: his life and correspondence. Vol. 1.** Bristol: Thoemmes, 2003. 400.p

ALLWOOD, ABIGAIL C.; MALCOLM R. WALTER; BALZ S. KAMBER; CRAIG P. MARSHALL; IAN W. BURCH (2006). **Stromatolite reef from the Early Archaean era of Australia.** Nature 441 (7094): 714–8.

ARISTÓTELES. **Física. Libros I – II**, Traducción, introducción y comentario por M. D. Boeri, Editora Biblos, Buenos Aires, 1993.

_____. **Física. Libros III – IV**, Traducción, introducción y comentario por A. Vigo, Editora Biblos, Buenos Aires, 1995.

_____. **Metafísica.** Trad. por Reale Edições Loyola, São Paulo. 2002

AVERS, CHARLOTTE J. **Process and pattern in evolution.** Oxford University Press; 1 edition. 608 p.

AYALA, FRANCISCO J. **Teleological explanations in evolutionary biology.** Philosophy of Science. 37:1-15, 1970

BIGELOW, J. & PARGETTER, R. **Functions.** In: Allen, C.; Bekoff, M. & Lauder, G. (Ed.). Nature's purposes – analyses of function and design in biology. Cambridge: MIT Press, 1998 [1987]. p. 241-59.

BROMHAM L, PENNY D. **The modern molecular clock.** Nat Rev Genet. 2003 Mar;4(3):216-24.

BROOKS, DANIEL R.; WILEY, EDWARD O. **Evolution as entropy - toward a unified theory of biology.** University of Chicago Press; 1 edition (October 15, 1988), 429 p.

CAPONI, G. **Biología funcional vs. biología evolutiva.** Episteme, 12, p. 23-46, 2001.

_____. **Explicación seleccional e explicación funcional: la teleología en la biología contemporánea.** Episteme, 14, p. 57-88, 2002.

CELA-CONDE, C. J.; AYALA, F. J. (2003). **Genera of the human lineage.** *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (13): 7684–7689

CHETVERIKOV, S. S.; BARKER, MALINA AND LERNER, MICHAEL. **On Certain Aspects of the Evolutionary Process from the Standpoint of Modern Genetics.** Proceedings of the American Philosophical Society Vol. 105, No. 2 (Apr. 21, 1961), pp. 167-195.

CRICK, F. H. (1958). **Central Dogma of Molecular Biology**, Nature, 227: 561–563/

CUMMINS, R. . **Neo-teleology**. In: Ariew, A. et al. (Ed.). Functions: new essays in philosophy of psychology and biology. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 157-72.

CURNOE, D. A review of early Homo in southern Africa focusing on cranial, mandibular and dental remains, with the description of a new species (Homo gautengensis sp. nov.). **Homo. 61 (3): 151-177, 2010.**

DARWIN, CHARLES. **The Origin of Species by Means Of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. 1 ed. London: John Murray, 1859.

_____. **The variation of animals and plants under domestication**. London: John Murray, 1868. 2 vols.

_____. **The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex**. 1 ed. London: John Murray, 1871, 693 p.

_____. **The Origin of Species by Means Of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. 6 ed. London: John Murray, 1872.

_____. **A expressão das emoções no homem e nos animais**. São Paulo: Companhia de Bolso, 2012. 343 p.

DASCAL, MARCELO. **A dialética na construção coletiva do saber científico**. In: Regner, Anna Carolina; ROHDEN, Luiz. A filosofia e a ciência redesenham horizontes. São Leopoldo. Unisinos, 2005, p.15-31.

DOBZHANSKY, THOMAS. **Genetics and the Origin of Species**. Columbia University Press, New York. 1937.

DONNAT, LÉON. **Chaire d'évolution des êtres organisés en Sorbonne**. In: Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris, III^e Série. Tome 11, 1888. pp. 510-512.

ELDREDGE, N.; GOULD, S.J. 1972: **Punctuated Equilibria: an Alternative to Phyletic Gradualism**. In Schopf, T.M. (ed.) 1972: Models in Palaeobiology. Freeman Cooper, pp. 821-15.

FARLEY, JOHN. **The Initial Reactions of French Biologists to Darwin's Origin of Species**. Journal of the History of Biology, vol. 7, no. 2 (Fall 1974), pp. 275-300.

FERREIRA, M. A. **A Teleologia na Biologia Contemporânea**. Revista Scientiae Studia, v. 1, n. 2, p.154, abr/jun. 2003.

FOREY, PETER L. **History of the Coelacanth Fishes**. Londres: Chapman & Hall. Print, 1998; 384 p.

FUTUYMA, DOUGLAS J. **Evolutionary biology**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1997. P. 358.

GODFREY-SMITH, P. **Functions: consensus without unity**. Pacific Philosophical Quarterly, 74, p. 196-208, 1993.

GOULD S. J. **Ontogeny and phylogeny**. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1977.

GRAUR, DAN; LI, WEN-HSIUNG. **Fundamentals of molecular evolution**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2000. 481 p.

GRIFFITHS, ANTHONY J. F.; MILLER, JEFFREY H.; SUZUKI, DAVID T.; LEWONTIN, RICHARD C.; GELBART, WILLIAM M. **An Introduction to genetic analysis** (7th ed.). San Francisco: W.H. Freeman. 1999

GRIMOULT, CÉDRIC. **Histoire de l'évolutonisme contemporain en France**. Libraire Droz S. A., Genève, 2000. p. 539.

GRINE, FREDERICK E; FLEAGLE, JOHN G; LEAKEY, RICHARD E. **The First Humans: Origin and Early Evolution of the Genus Homo** (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology). Springer; 2009 edition , 220 p.

http://history.nih.gov/exhibits/nirenberg/hs4_polyu.htm. Office of History, National Institutes of Health National Institutes of Health U.S. Department of Health & Human Services -**The poly-u experimente**. Acessado em 18/02/2015

HULL, D. L. **Recent philosophy of biology: a review**. Acta Biotheoretica, 50, p. 117-28, 200

HUNEMAN, PHILIPPE. **Understanding Purpose**. University of Rochester Press. 2007. p. 1–37.

KANT, I., **Critique of the Power of Judgment**, Edited by Paul Guyer, translated by Paul Guyer and Eric Mathews, Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2000. The Cambridge Edition of the Works of Immanuel Kant.

KITCHER, PHILIP. **Function and Design**. Midwest Studies In Philosophy, Volume 18, Issue 1, pages 379–397, September 1993

KOOP, BEN F. Human and rodent DNA sequence comparisons: a mosaic model of genomic evolution. **Trends in genetics**.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. Editora Perspectiva, 2009, 260 p.

_____. **O caminho desde a estrutura**, Editora Unesp. 2006. 402 p.

LAKATOS, IMRE. **The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers** Volume 1. Ed. por John Worrall and Gregory Currie. Cambridge: Cambridge University Press. 1980

LARSON, E. J. **Trial and Error: The American Controversy Over Creation and Evolution**, Oxford University Press, 1989, p. 242.

LAUDAN, LARRY. **Progress and its problems: Toward a Theory Scientific Growth**. Berkeley e Los Angeles: University of California press.

JACOB, F. **A lógica da vida: uma história da hereditariedade**. 2 ed. Rio de Janeiro: Graal, 2003

MADIGAN, MICHAEL T. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1128 p

MAYR, ERNST. **The growth of biological thought**. Harvard University Press. p. 535.1982

_____. **Toward a new philosophy of biology: observations of an evolutionist**. Cambridge: Harvard University Press, 1988.

_____. **Biologia, Ciência Única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MAYR, E.; PROVINE W. B. **The evolutionary synthesis: perspectives on the unifications of biology**. Cambridge: Harvard University, 1998. 487 p.

MILLIKAN, R. **In defense of proper functions**. In: Allen, C.; Bekoff, M. & Lauder, G. (Ed.). *Nature's purpose – analyses of function and design in biology*. Cambridge: MIT Press, 1998 [1989]. p. 295-312.

MILLER, STANLEY L. **Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions**. Science 117 (3046): 528–9. 1953

MORGAN, THOMAS HUNT. **The Scientific Basis of Evolution**, W.W. Norton & Co., New York, 1932

NEANDER, K. **Function as selected effects: the conceptual analyst's defense**. In: Allen, C.; Bekoff, M. & Lauder, G. (Ed.). *Nature's purposes – analyses of function and design in biology*. Cambridge: MIT Press, 1998 [1991]. p. 313-33.

OLIVA, A. **A hegemonia da concepção empirista de ciência a partir do Novum Organon de F. Bacon.**/n: OLIVA, A. org. Epistemologia: a cientificidade em questão. Campinas, Papyrus. p. 11 -33. 1990.

PASSINGHAM, RICHARD E. **The human primate.** Editora W. H. Freeman, 1982.

PEIRCE, CHARLES SANDERS. **The fixation of belief.** 1877. The Collected Papers of Charles Sanders Peirce. Peirce: CP Editorial Introduction to Electronic Edition. 1994. 2904 p.

PIERCE, BENJAMIN A. **Genetics: A Conceptual Approach.** W.H. Freeman & Company (January 1, 2010), 700 p.

REGNER, A. C. K. **O conceito da natureza em “A origem das espécies”.** p. 35-40, in: VI Seminário Nacional de História da ciência e da tecnologia. Anais. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de História da ciência, 1997.

_____. **A teoria darwiniana da seleção natural sem a leitura de Malthus.** p. 47 -63, in MARTINS R. A., MARTINS, L. A. C.P., SILVA, C. C., FERREIRA, J. M. H.(eds.). Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3º Encontro. Campinas: AFHIC, 2004.

RIBEIRO-COSTA, Cibele S.; ROCHA, Rosana Moreira da (Coord.). **Invertebrados: manual de aulas práticas.** 2. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 271 p.

RIDLEY, MARK. **Evolução.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. viii, 752 p.

SYVANEN, MICHAEL. **Cross-species Gene Transfer; Implications for a New Theory of Evolution.** J.theor. Biol. (1985) 112, 333—343

THEOBALD, DOUGLAS L. **A formal test of the theory of universal common ancestry.** Nature 465, 219–222 (13 May 2010)

VILLA, M. M. (coord.). **Dicionário de Pensamento Contemporâneo.** São Paulo: Ed. Paulus, 2000.

WATSON JD, CRICK FH . **Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid.** *Nature* 171 (4356): 737–738. 1953

WATSON, James D. **Biologia molecular do gene.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. xxxi, 728 p.

WILLIAM K. PURVES, GORDON H. ORIAN, H. CRAIG HELLER, DAVID SADAVA. **Life: The Science of Biology.** W. H. Freeman; Tenth Edition edition, 2012, 1267 p.

WILLIAMS, G. C. **Adaptation and natural selection**. Princeton: Princeton University Press, 1966.

WILSON EDWARD O. **A diversidade da vida**. Trad. Isabel Mafra. Lisboa: Gradiva, 1997.

WRIGHT, L. **Functions**. *The Philosophical Review*, Vol. 82, No. 2 (Apr., 1973), pp. 139-168

YUTAKA KUNIMATSU, MASATO NAKATSUKASA, YOSHIHIRO SAWADA, TETSUYA SAKAI, MASAYUKI HYODO, HIRONOBU HYODO, TETSUMARU ITAYA, HIDEO NAKAYA, HARUO SAEGUSA, ARNAUD MAZURIER, MOTOTAKA SANEYOSHI, HIROSHI TSUJIKAWA, AYUMI YAMAMOTO, AND EMMA MBUA. **A new Late Miocene great ape from Kenya and its implications for the origins of African great apes and humans**. Edited by Alan Walker, Pennsylvania State University, University Park, PA, and approved October 3, 2007, 19220–19225