

BC/18496

IB/80624



UNICAMP

T/UNICAMP

C275₁

20384

AS IDÉIAS PRÉ-MENDELIANAS DE HERANÇA E SUA INFLUÊNCIA
NA TEORIA DE EVOLUÇÃO DE DARWIN

Luzia Aurelia Castañeda



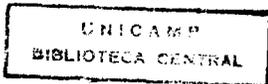
Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)
Luzia Amélia Castañeda
05.11.92
e aprovada pela Comissão Julgadora.

[Handwritten signatures]

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da
Universidade Estadual de Campinas para a
obtenção do título de Doutor em Ciências , área
de concentração: Genética e Evolução.

Orientador: Roberto de Andrade Martins

CAMPINAS
Novembro - 1992



UNIDADE	IB/77
Nº CHAMADA:	C275i
V.	
T.	18496
PREÇO	261/93
C	<input type="checkbox"/>
L	<input type="checkbox"/>
X	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	C.R. 100.000,00
DATA	19/10/93
Nº CPD	

EM000368944.

Dedico esta tese a todas as
pessoas que vêm trabalhando
seriamente na área de História da
Ciência aqui no Brasil, em
especial aos professores Ubiratan
D'Ambrosio e Roberto de Andrade
Martins, meus mestres.

CONVITE

No amor, nunca existe uma identidade pura porque ele envolve dois, que, no entanto, se tornam um. Eis o grande mistério

Pe. Bede Griffiths.

Assim macho e fêmea se unem e formam um novo ser: semelhante ao pai; parecido com a mãe; o sorriso do avô e os olhos da avó. A formação do semelhante pelo semelhante. Eis o grande mistério.

Talvez hoje em dia não seja tão grande esse mistério, mas como terá o homem, ao longo de sua história, interpretado e explorado a permanência das formas através das gerações?

Convido-os aqui a percorrer algumas idéias que tentam elucidar e entender como e por que [geralmente] os filhos se parecem com seus progenitores.

AGRADECIMENTO

Agradeço a todas as pessoas e instituições que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e, em especial:

À FAPESP que tão profissionalmente acompanhou e estimulou este trabalho concedendo uma bolsa de estudos.

Ao meu orientador Roberto de Andrade Martins pela inesgotável dedicação ao trabalho que tanto me estimulou nas horas difíceis.

Ao professor Ivanhoé Rodrigues Baracho e aos demais professores do Departamento de Genética.

Agradeço também à Lillian amiga sensível e amorosa que em muito diminuiu meus momentos de solidão.

Ao Walmir por me acompanhar em tantos vinhos do Porto madrugada adentro.

Ao Jesus pelos telefonemas após a meia noite.

À Cristina pela dedicada revisão.

Aos meus queridos pais que suportaram pacientes as longas ausências.

E um "muito obrigada", muito especial ao Marco, por tudo.

AS IDÉIAS PRÉ-MENDELIANAS DE HERANÇA E SUA INFLUÊNCIA

NA TEORIA DE EVOLUÇÃO DE DARWIN

RESUMO

Na tentativa de compreender como um semelhante produz outro semelhante, o homem elaborou diferentes interpretações, atribuindo papéis diferentes aos machos e às fêmeas. A idéia de herança está intimamente ligada à história da reprodução, do sêmen e de sua ação durante a geração de um novo ser.

Este trabalho oferece uma análise de diferentes idéias de herança biológica anteriores à genética mendeliana, desde a Antiguidade, abordando mais especialmente a idéia desenvolvida por Charles Darwin em sua "hipótese da pangênese". As concepções de Darwin sobre herança, apresentadas mais detalhadamente em sua obra "Variation of animals and plants under domestication", são bem diferentes das atuais.

Discute-se até que ponto as "leis de herança" que são explicadas pela pangênese são importantes para aceitarmos a idéia de evolução por seleção natural proposta pelo mesmo autor. O trabalho mostra que a fenomenologia da hereditariedade assumida por Darwin tem importante papel na sua teoria da evolução, embora a hipótese explicativa da pangênese não seja necessária e não tenha sido incorporada na mesma.

PRE-MENDELIAN CONCEPTIONS OF INHERITANCE AND THEIR INFLUENCE IN DARWIN'S THEORY OF EVOLUTION

SUMMARY

In attempting to understand how can like be generated from its like, several different interpretations have been developed by mankind, ascribing different rôles to males and females. Those conceptions of heredity are deeply linked to the history of reproduction, of semen and its action during the generation of a new being.

This work presents an analysis of several ideas of biological inheritance previous to Mendelian genetics, since Antiquity. Its main focus is the set of ideas developed by Charles Darwin in his "hypothesis of pangenesis". Darwin's conceptions on inheritance are detailed presented in his work "Variation of animals and plants under domestication". They are widely different from present day genetics.

This work discusses how important are the "laws of inheritance" explained by pangenesis to the acceptance of Darwin's theory of evolution by natural selection. It shows that the phenomenology of inheritance assumed by Darwin plays an important role in his theory of evolution, although the explanatory hypothesis of pangenesis is not necessary and has not been linked to this theory.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	001
METODOLOGIA DE TRABALHO	004
CAPÍTULO 1: ARISTÓTELES E AS PRINCIPAIS IDÉIAS DE HERANÇA DA ANTIGUIDADE. *	
1 INTRODUÇÃO	006
2 A GERAÇÃO DOS ANIMAIS EM ARISTÓTELES	014
2.1 Macho e fêmea: forma e matéria, Livro I	016
2.1.1 Esperma: sêmen x fluido menstrual	017
2.2 A refutação da pangênese e do preformismo	020
2.3 A formação de diferentes: macho, fêmea e monstros; livro IV	031
2.3.1 Questionando Empédocles (calor x frio)	033
2.3.2 Questionando Demócrito (predominância de sêmen)	033
2.3.3 Questionando Anaxágoras (direito x esquerdo) ...	034
2.3.4 A determinação do sexo segundo Aristóteles: o poder de confeccionar a matéria por meio do calor...	036
2.3.5 As semelhanças e diferenças entre prole e progenitores.....	039
2.3.5a Idéias recusadas por Aristóteles	042
2.3.5b Os monstros conforme Aristóteles	044
2.3.5c Gêmeos ou monstros?	047
3 GALENO E A MISTURA DE SÊMENS	049
4 RESUMO	052

CAPÍTULO 2: O SÊMEN E A GERAÇÃO NO SÉCULO XVI E A OBRA DE WILLIAM HARVEY

1 INTRODUÇÃO	056
2 FABRICIUS DE AQUAPENDENTE	065
3 WILLIAM HARVEY E A GERAÇÃO DOS ANIMAIS	069
3.1 Sêmen masculino x sêmen feminino	072
3.1.1 Sobre o sêmen feminino	074
3.1.2 Sobre o esperma do macho	075
3.1.3 Sobre a idéia de Aristóteles	076
3.1.4 Sobre o lado do útero influenciando o sexo do embrião	079
3.2 As idéias relacionadas à concepção defendidas por Harvey.	
3.2.1 O ovo	080
3.2.2 A influência do macho no corpo da fêmea	082
3.2.3 Machos e fêmeas como instrumentos da natureza	084
3.2.4 O princípio vital	087
4 RESUMO	091

CAPÍTULO 3: AS IDÉIAS DE HERANÇA NO SÉCULO XVIII: BUFFON, MAUPERTUIS E BONNET.

1 INTRODUÇÃO	096
1.1 O século XVII	101
2 Pierre-Louis Moreau de Maupertuis	102
2.1 Sistema de ovos que contém o feto	103
2.2 Sistema dos animais espermáticos	105
2.3 Idéias defendidas por Maupertuis	109
2.4 Forças atrativas	110

3	GEORGE-LOUIS LECLERC DE BUFFON	114
3.1	As moléculas orgânicas	115
3.2	Determinação do sexo	119
4	CHARLES BONNET	120
4.1	Preformismo	120
4.2	Regeneração	124
4.3	O desenvolvimento	127
4.4	O líquido espermático e sua atuação no germe	130
4.5	Críticas a Buffon	134
4.6	Híbridos e monstros	135
4.7	Objecções e dificuldades	139
5	RESUMO	

CAPÍTULO 4: UNIDADES FISIOLÓGICAS DE HERBERT SPENCER

1	INTRODUÇÃO	148
1.1	Visão geral dos Princípios da Biologia de Herbert Spencer	150
2	DESGASTE E REPARO	152
3	REGENERAÇÃO	155
4	UNIDADES FISIOLÓGICAS	157
5	GÊNESE	161
6	HEREDITARIEDADE	169
6.1	O fato geral da herança	169
6.2	Tendência das características a serem herdadas	169
6.3	Atavismo	175
7	HERANÇA SEGUNDO AS UNIDADES FISIOLÓGICAS	175

8 VARIACÃO	180
9 INTERPRETAÇÕES DA IDÉIA DE HERANÇA DE SPENCER	188
10 RESUMO	191

CAPÍTULO 5: "PANGÊNESE": UMA IDÉIA DE HERANÇA DARWINIANA.

1 INTRODUÇÃO	193
1.1 O livro <i>The variation of animals and plants under domestication</i>	194
2 "FATOS" GERAIS E "LEIS" DA HEREDITARIEDADE	196
2.1 Reprodução	197
2.2 A importância do elemento sexual masculino	203
2.3 Regeneração: recrescimento de partes amputadas	205
2.4 Desenvolvimento, metamorfose, metagênese	206
2.5 A formação de híbridos por enxertos	208
2.6 A independência funcional dos elementos ou unidades do corpo	209
2.7 Variedade e herança	211
2.7.1 Tendência das características a serem herdadas ..	213
2.7.2 Herança em fases correspondentes da vida	215
2.7.3 Reversão	216
2.7.4 Prepotência de caracteres	219
2.7.5 Herança limitada pelo sexo	221
2.7.6 Herança de caracteres adquiridos	222
3 A HIPÓTESE DA PANGÊNESE	227
4 COMPARAÇÃO ENTRE AS IDÉIAS DE SPENCER E DARWIN	233
5 COMPARAÇÃO ENTRE AS DUAS EDIÇÕES DO LIVRO <i>THE VARIATION OF ANIMALS AND PLANTS UNDER DOMESTICATION</i>	237
5.1 As formas de reprodução	238
5.2 A necessidade de maior quantidade de material gerativo	

para uma perfeita reprodução	242
5.3 Regeneração de partes amputadas	243
5.4 Híbridos por enxertos	243
5.5 A influência do elemento masculino nos tecidos femininos	246
5.6 As partes do corpo como unidades independentes	248
5.7 Herança e sexo	250
5.8 A comparação da pangênese com outras teorias	251
5.9 A reconstituição e os brotos	252
5.10 A reprodução de gêmulas	253
5.11 O tamanho das gêmulas	255
5.12 A formação de monstros	257
5.13 Como as gêmulas se desenvolvem	258

6 RESUMO

CAPÍTULO 6: FRANCIS GALTON E OS EXPERIMENTOS SOBRE A PANGÊNESE

1 INTRODUÇÃO	266
2 EXPERIMENTOS SOBRE A PANGÊNESE	268
3 DISCUSSÃO ENTRE DARWIN E GALTON	273
4 RESUMO	279

CAPÍTULO 7: AS IDÉIAS DE HERANÇA NA OBRA "ORIGEM DAS ESPÉCIES".

1 SELEÇÃO NATURAL E VARIÇÃO	281
2 USO/DESUSO E CORRELAÇÃO	286
3 AS LEIS DA HEREDITARIEDADE NA "ORIGEM ..	290
4 HERANÇA DE INSTINTOS	294

5 HIBRIDISMO E ESTERILIDADE	298
5.1 Leis que regulam a esterilidade	301
5.2 As características dos híbridos	304
6 COMPARAÇÃO DOS FENÔMENOS E DAS LEIS GERAIS DE HERANÇA ENTRE A "VARIÇÃO" E A "ORIGEM"	307
6.1 Importância das leis de herança na Origem das espécies	308
6.2 A explicação das leis da herança e da variação	312
7 RESUMO	316
CAPÍTULO 8: CONSIDERAÇÕES FINAIS	318
BIBLIOGRAFIA	321

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema central a idéia de herança biológica. Idéia esta que será analisada em autores representativos de cada época e principalmente em Charles Darwin.

Quando se estuda a Genética, a forma pela qual os textos apresentam o assunto leva à impressão de que tudo começou com Mendel. No entanto, Darwin, contemporâneo de Mendel, não conhecia os seus trabalhos e utilizava outras concepções bem diferentes sobre hereditariedade como base de sua teoria da evolução. Foi a percepção deste ponto que motivou a presente tese.

Para investigar as concepções pré-mendelianas de herança, foi preciso percorrer uma longa história, localizando como essas idéias surgiam e se transformavam em diferentes épocas e autores.

O primeiro capítulo se refere à Antiguidade, onde foi analisada a obra *Geração dos animais* de Aristóteles, bem como idéias de Hipócrates (na obra *De la génération*) e Galeno (no livro *L'utilité delle parti*). Na obra acima referida, Aristóteles defende a idéia de que o macho é quem contribui a vida para a geração, atribuindo à fêmea um papel secundário. Para Aristóteles, o macho é um ser perfeito, enquanto que a fêmea é um defeito necessário à natureza. Aristóteles discute também a formação de monstros, a semelhança dos filhos com os pais, etc., criticando várias idéias aceitas em sua época.

No segundo capítulo, a questão do sêmen, da semelhança, da geração é tratada na obra *The embryological treatise* de Fabricius de Aquapendente e na obra *Anatomical exercise on the generation of animals* de William Harvey (séculos XVI e XVII), que discutem, através do estudo da formação do ovo, como macho e fêmea contribuem para a geração, conferindo à fêmea um papel tão ou mais importante que o macho. Harvey faz várias críticas a Aristóteles, porém suas idéias de alma e princípio vital estão intimamente ligadas à idéia do referido filósofo. Aliás, essa "alma" aristotélica só é desconectada dos princípios fisiológicos que permeiam a geração após Descartes.

Assim, no capítulo três serão analisados trechos da obra de

Descartes que indicam sua idéia de "homem-máquina", que parece ter influenciado os naturalistas posteriores. A questão da reprodução de um semelhante será analisada nas obras de Maupertuis (Vénus phusique); Buffon (Histoire des animaux) e Bonnet (Considérations sur les corps organisés). A discussão que permeia este século (XVIII) oscila entre o preformismo, ou seja, a idéia de que existia um pequeno ser já formado nas sementes, sendo assim a geração apenas um início de desenvolvimento deste ser; e a idéia de epigênese (já defendida por Harvey) de que o ser vai se construindo a partir de um início concebido pelos sêmens. Bonnet é o representante, neste capítulo, do preformismo; enquanto que Buffon e Maupertuis recusam essa idéia. Buffon discute a geração relacionando-a à nutrição, propondo uma teoria de "moléculas orgânicas" responsáveis pela geração. Maupertuis discute as idéias que eram colocadas em sua época e atribui ao sêmen forças atrativas, de natureza semelhante às forças químicas, que dirigem a formação do embrião.

Esse três primeiros capítulos podem ser considerados de introdutórios, pois tentam resgatar idéias que estão presentes na discussão central deste trabalho: a idéia de herança de Charles Darwin.

No capítulo quatro será analisada a intensa obra biológica de Herbert Spencer, que propõe uma idéia sobre a herança. Spencer também foi citado e comentado por Darwin, que a princípio encontrou algumas semelhanças entre suas idéias e a dele.

O capítulo cinco apresentará uma análise do estudo de herança e reprodução e da hipótese da pangênese de Darwin, publicada em sua obra *The variation of animals and plants under domestication* (1868).

Pangênese¹, segundo consta no *The Oxford English dictionary*, foi o nome dado por Darwin a sua hipótese que foi desenvolvida para explicar o fenômeno de herança, segundo a qual todas as unidades do corpo contribuem para formação do novo ser, ou seja, que o sêmen é constituído de minúsculas partículas provindas de todas as partes

¹ O prefixo grego "pan" significa todo, e a palavra "genese", também de origem grega, significa origem.

do corpo. Essa idéia foi amplamente difundida entre os naturalistas até o começo deste século. No entanto, Darwin não foi o primeiro autor a descrevê-la, como veremos nos capítulos iniciais².

Darwin defende a idéia de que cada parte do corpo expele gêmulas³, que são numerosas e pequeníssimas. Essas gêmulas se reúnem nos elementos sexuais e durante a concepção se agrupam por semelhanças para formar o novo ser. Ou seja: as gêmulas provindas do olho do pai vão se unir às gêmulas provindas do olho da mãe e assim por diante.

Essa hipótese, além de tentar conectar fenômenos diversos como reprodução, crescimento, semelhanças e diferenças entre prole e progenitor, regeneração de partes amputadas, etc., tenta explicar como caracteres que foram adquiridos durante a vida podiam ser herdados, idéia essa que era aceita e divulgada por quase todos os naturalistas da época em questão⁴.

Apresentaremos também nesse capítulo uma comparação entre as idéias de herança de Spencer e Darwin e uma comparação entre a primeira edição (1868) do livro *A variação com a segunda edição* (1875).

O capítulo seis se refere aos experimentos feito por Francis Galton na tentativa de comprovar alguns aspectos da pangênese. Galton entendeu que as gêmulas pangênicas circulavam pelo sangue, assim faz transfusões de sangue em coelhos para verificar como se comportariam as supostas gêmulas contidas no sangue estrangeiro. Após a publicação desses experimentos houve uma pequena discussão entre Darwin e Galton publicada na revista *Nature*, que também será apresentada no capítulo em questão.

No capítulo sete tentaremos verificar como os autores

² Uma boa revisão deste tema é oferecido por Zirkle (vide bibliografia).

³ "Gêmula" é uma palavra latina que significa aquilo que produz o crescimento a partir do embrião, tem como sinônimo plúmula, broto ou rebento.

⁴ A idéia de herança de caracteres adquiridos está, ainda hoje, ligada ao nome de Lamarck, que a descreve de uma forma muito mais sutil que o próprio Darwin. Essa discussão não será aqui tratada, mas convém assinalar que Darwin aceita a herança de caracteres adquiridos, usa essa idéia na sua teoria de evolução e propõe uma teoria para explicá-la.

precedentes a Darwin puderam tê-lo influenciado ao desenvolver sua hipótese da pangênese; e até que ponto essa idéia de herança já estava presente na obra *Origem da espécie*, tentando conectar assim, a hipótese da pangênese com a teoria da evolução.

METODOLOGIA de TRABALHO

Todo trabalho sério em História da Ciência se baseia em fontes primárias, que são as obras originais (preferivelmente publicadas no idioma original) e as fontes secundárias que são comentários ou artigos escritos por historiadores com respeito a certos assuntos ou autores de determinadas idéias científicas. A qualidade de um trabalho em História da Ciência depende do tipo de fonte utilizada. É essencial o uso de fontes primárias quando se quer verificar a coerência interna de uma idéia científica, por exemplo; mas, pode-se fazer um trabalho centralizado em fontes secundárias quando o objetivo é analisar a repercussão de determinada teoria. A fonte secundária é também de grande utilidade para se ter uma idéia inicial do assunto que se deseja estudar; porém, em geral é fundamental para um trabalho de bom nível a análise de fontes primárias.

A metodologia utilizada no presente trabalho foi a seguinte:

Foi feito um levantamento bibliográfico sobre o tema da pesquisa através de revistas de História da Ciência. Esse levantamento possibilitou uma visão geral dos temas tratados até o momento, referentes ao assunto proposto. Foi preciso depois fazer a localização das fontes primárias necessárias, por exemplo, localização e posterior obtenção de cópia do livro *The variation of animals and plants under domestication* de Darwin, que apenas foi encontrado na Biblioteca Nacional. Para quem realiza uma pesquisa histórica no Brasil, a localização das fontes adequadas é um dos maiores problemas práticos. Foi preciso também fazer localização e análise de livros gerais de História da Ciência para contextualizar a época, ou seja, tentar entender como era a visão de mundo da época em que cada teoria foi desenvolvida. Ao mesmo tempo em que cada período era estudado e as obras principais eram analisadas,

foi feita a primeira redação de cada capítulo, fazendo-se por fim o trabalho de integração final de todos eles.

Em todos os capítulos tenta-se fazer uma introdução ao assunto, apresentando o tema e como ele era entendido e discutido na época, ou seja, fez-se uma contextualização; tenta-se também, na introdução de cada capítulo, descrever com certo detalhe as obras que serão analisadas, colocando o leitor a par do assunto específico de cada obra.

O corpo do trabalho consiste basicamente na apresentação de citações traduzidas sempre que possível diretamente do original, destacadas do texto, e logo após um comentário. Esse comentário inclui, algumas vezes, idéias de outros historiadores que podem ser divergentes. A seqüência das citações nem sempre correspondem à da obra, pois após a análise foi feita uma seleção e um encadeamento de idéias que fazem referência ao tema.

Após a análise central de cada capítulo fez-se um resumo das principais idéias, colocando algumas conclusões parciais. Por fim, discute-se mais detalhadamente a obra de Darwin. Verifica-se que há uma estreita interdependência entre suas teorias de herança e de evolução e que é impossível adquirir boa compreensão da segunda sem a primeira.

CAPÍTULO 1: ARISTÓTELES E AS PRINCIPAIS IDÉIAS DE HERANÇA DA ANTIGUIDADE.

Aqueles que consideram a forma destituída de importância também deixam escapar o espírito; aqueles que se apegam à forma perdem o verdadeiro espírito que tentam preservar. Forma e movimento são o segredo da vida, a chave para a imortalidade

Lama Govinda.

1 INTRODUÇÃO

Iniciar a história de alguma idéia científica nos remete quase sempre à Antiguidade, aos gregos; e assim será aqui. O presente capítulo tentará abordar de modo geral algumas das idéias referentes às semelhanças entre filhos e pais, descrevendo as concepções de Hipócrates e, de modo sistemático e detalhado as idéias de Aristóteles que, em grande parte de sua obra, se refere a temas biológicos.

Para pensar nas semelhanças entre indivíduos, precisamos refletir sobre a reprodução dos organismos e isso envolve o estudo do sêmen, dos órgãos sexuais, dos mecanismos de transmissão de algo que fará com que os filhos se pareçam com os pais ou ancestrais mais remotos. Pela observação o ser humano pôde notar que o sêmen se relaciona com a reprodução de um outro ser semelhante. Assim pode-se pensar então, que as características dos filhos provêm dos pais e que pode existir alguma coisa no sêmen que transmite essas características; em alguns casos especulava-se que existe sêmen masculino e feminino.

As tentativas de explicações para fenômenos da reprodução e da transmissão de caracteres parece que tiveram início com os assírios, babilônicos e indianos. No antigo livro sagrado dos indianos - Leis de Manu - podemos encontrar a seguinte idéia: "A criança macho é produzida por uma grande quantidade de semente masculina; a criança fêmea pelo prevalectimento da semente feminina;

se ambas são iguais forma-se um hermafrodita ou um menino e uma menina; se ambos são fracos ou deficientes em quantidade, o resultado é uma falha de concepção" (Laws of Manu, p. 84).

No Velho Testamento encontramos a idéia de que o sêmen masculino, combinado com a matéria fornecida pela fêmea, se coagula, originando o feto, como podemos observar a seguir:

Também eu, por certo, sou um homem mortal, semelhante a todos os outros, e da descendência daquele que primeiro foi formado da terra, e no ventre de minha mãe fui formado carne, e no espaço de dez meses fui formado de sangue coagulado, do sêmen do homem, no repouso propício do sono. E eu, tendo nascido, respirei o ar comum, e caí sobre a terra, e soltei a primeira voz como todos, chorando. Envolto em faixas fui criado, e com grandes cuidados. Nenhum rei teve outro gênero de nascimento. Logo, não há para todos senão um modo de entrar na vida e de sair dela (FIGUEIREDO, Bíblia Sagrada, p.206).

A possível conexão dessas concepções com o pensamento grego parece não ter sido ainda explorada. De qualquer forma, verifica-se em Hipócrates (460 A.C. - 377 A.C.) a presença da idéia de que o material constitutivo das "sementes" dos seres humanos provinha de todas as partes do corpo, sendo levado aos órgãos reprodutivos através dos "humores" (MAYR, The growth of biological thought, p 635). Hipócrates explica que o sêmen provém de todas as partes do corpo, transmitindo assim as características de cada parte.

Uma das teorias mais importantes de Hipócrates é a teoria humoral, segundo a qual o funcionamento de um organismo depende de quatro humores fundamentais: o sangue, a bilis amarela, a bilis negra e a fleuma ou linfa¹:

¹ A lista de "humores" varia de obra para obra.

A semente provém de todas as partes do corpo do homem e da mulher para a formação de um ser humano e, caindo no útero da mulher, se coagula; com o tempo daí sai um ser humano desenvolvido. O homem e a mulher possuem no corpo quatro tipos de humores de onde nascem as doenças, exceto as que são causadas pela violência. Esses tipos são a fleuma, o sangue, a bÍlis e a água; desses humores, a parte que vai para a semente não é nem a menor nem a mais fraca; quando o ser vivo se forma, existem nele tantos tipos de humores sadios e mórbidos quanto em seus pais (HIPÓCRATES, Des maladies, cap. XXXII. 1; VII 542-3; p. 84)².

Em relação à formação de seres semelhantes, Hipócrates afirma o seguinte, em uma de suas obras (A doença sagrada - que trata sobre epilepsia): "Como a semente vem de todas as partes do corpo, partículas saudáveis virão de partes saudáveis, e partículas não saudáveis de partes não saudáveis" (HIPÓCRATES, On the sacred disease, p. 155). Em outra obra, Sobre a geração a mesma idéia é repetida, porém com mais detalhes:

'...Quanto ao esperma do homem, ele vem de toda parte do humor que se encontra no corpo; é a sua parte mais forte que se separa. A prova de que é a parte mais forte que se separa é que, depois do coito, nós nos tornamos fracos, mesmo por haver ejaculado uma pequena quantidade. Eis o que ocorre. Veias e nervos vão do corpo todo ao sexo; ... Pelo atrito do sexo e o movimento que é feito, o humor se aquece no corpo, torna-se fluido, se agita por causa do movimento e espuma, como espumam todos os fluidos agitados.

² As indicações do livro se referem ao texto grego e a tradução francesa.

Da mesma forma, no homem se separa do humor espumante a parte mais forte e mais gordurosa, que chega à medula espinhal. Pois ela aí chega do corpo inteiro e escoia do cérebro para as costas, o corpo inteiro e a medula, e dela partem os caminhos, de modo que o humor possa aí chegar e partir. Depois de ter chegado à medula, o esperma passa pelos rins; é por aí que passam as veias, pelos rins; e se os rins estão ulcerados, ele [o sêmen] transporta sangue; dos rins, o esperma passa através do meio dos testículos ao membro, não pelo canal da urina mas por um outro (HIPÓCRATES, De la génération, cap. I. 1-3; VII 470-1; p. 44-5).

Parece então que Hipócrates tem uma explicação para a origem do sêmen, isto é, que o sêmen provém de cada parte do corpo, assim a porção do sêmen provinda de uma parte sólida dará origem a uma outra parte sólida provavelmente semelhante a ela. Ao longo da história essa idéia foi acatada por alguns e refutada por outros como veremos ao longo deste trabalho. Ainda com relação ao sêmen, ou melhor, acerca de sua procedência, Hipócrates coloca:

'Aqueles que sofreram uma incisão atrás da orelha podem ter relações sexuais e ejacular, mas seu esperma é pouco abundante, fraco e estéril. É porque a maior parte do esperma vem da cabeça, ao longo das orelhas, para a medula; e esse caminho, depois que a incisão cicatriza, se endurece (HIPÓCRATES, De la génération, cap. II. 2; VII 473; p. 45).

Hipócrates afirmava que a fêmea também ejacula a partir de [todo o] corpo e se o útero estiver mais aberto do que lhe convém, a ejaculação da fêmea vai para fora. E ainda se depois do coito a mulher não conceber, o esperma dos dois progenitores sai, quando a mulher assim o desejar, porém se ela tiver que conceber as sementes

não saem:

Realmente, o útero, após haver recebido o esperma e se fechar, guarda-o dentro dele, pois seu orifício se fecha sob o efeito do humor e aquilo que provém do homem e da mulher se mistura ali (HIPÓCRATES, De la génération, cap. V. 1; VII 477; p.48).

Hipócrates também especula sobre a determinação do sexo, argumentando que as secreções masculinas e femininas podem ser às vezes mais fortes às vezes mais fracas. O homem como a mulher possuem tanto a semente feminina como a masculina, porém o macho é mais forte do que a fêmea: portanto ele deve provir de uma semente mais forte. Eis o que ocorre:

Se a semente mais forte vem dos dois companheiros, [o embrião] é macho; se for a mais fraca, é fêmea. O embrião corresponde à que predomina em quantidade. De fato, se a semente fraca é mais abundante do que a forte, esta, dominada e misturada à fraca, se transforma em semente feminina; mas se a semente forte é mais abundante que a fraca e a fraca é dominada, essa última se torna semente masculina (HIPÓCRATES, De la génération, cap. VI. 1-2; VII 478-9; p. 48).

Hipócrates conclui que homens e mulheres possuem ao mesmo tempo semente masculina e feminina do fato de que muitas mulheres tiveram filhas com seus maridos e depois de relações com outros homens tiveram meninos. Esses mesmos homens tiveram filhas com outras mulheres. O mesmo ocorre nos animais, no que se refere à semente feminina e masculina (HIPÓCRATES, De la génération, cap. VII. 1-3; VII 479-80; p.49).

Hipócrates também tenta esclarecer porque os filhos se parecem tanto ao pai como à mãe, pois:

A semente vem ao útero do corpo todo da mulher e do homem, fraca das partes fracas, forte das fortes. Essas qualidades são fatalmente dadas também ao filho. Se uma parte qualquer do corpo do homem fornece mais à semente do que a da mulher, a parte correspondente do filho se parece mais ao pai; se é uma parte qualquer do corpo da mulher [que fornece mais sêmen], a parte [correspondente do filho] se parece mais à mãe. Não é possível se assemelhar em tudo à mãe e em nada ao pai ou vice-versa, nem não se assemelhar a nenhum dos dois; pelo contrário, é necessário assemelhar-se a todos os dois em algo, pois a semente vem dos dois para o filho. O filho se parece mais àquele que contribuiu mais e de mais lugares do corpo. Ocorre que uma filha se assemelhe mais ao pai do que à mãe e que um filho se assemelhe mais à mãe do que ao pai (HIPÓCRATES, *De la génération*, cap. VIII, 1-2; VII 480-1; p 49-50).

Nessa mesma obra ele discute possíveis danos que possam ocorrer ao filho por causa do útero ser muito estreito, ou por acidentes ou pancadas. Já na obra *Sobre a natureza da criança*, Hipócrates descreve a formação e o desenvolvimento do feto:

A carne, desenvolvida pelo alento, se divide em membros. Cada elemento nela vai em direção a seu semelhante, o denso em direção ao denso, o poroso em direção ao poroso, o úmido em direção ao úmido; cada um para seu lugar particular de acordo com a sua filiação ao lugar de onde saiu; tudo o que provém de elementos densos é denso, de elementos úmidos é úmido; todo o restante também se forma durante o crescimento segundo o mesmo processo (HIPÓCRATES, *De la nature de l'enfant*, cap. XVII. 1; VII 497-8; p. 59).

Nessa obra, no capítulo XXIX, Hipócrates começa a descrição do desenvolvimento de embriões de galinha no ovo, mais adiante discute a formação de gêmeos, que segundo ele nascem de um único coito. Pois para Hipócrates, o útero possui bolsas recurvadas e múltiplas, umas mais distantes e outras mais próximas do sexo, então quando a semente chega ao útero ela se divide entre as duas bolsas e se envolve por uma membrana. Hipócrates faz referência a vários animais que, após um único coito, dão a luz à vários filhotes:

Da mesma forma, na mulher, os filhos nascidos de um só coito possuem cada um sua bolsa e seu chorion. Os gêmeos podem ser menina ou menino. Afirmando de fato que na mulher e no homem, como em cada animal, encontra-se semente mais fraca e mais forte e além disso, a semente não sai de um vez mas é ejaculada em duas ou três vezes e não é possível que ela seja sempre igualmente forte, tanto a primeira que sai quanto a outra. Na bolsa em que entrar a semente mais espessa e mais forte, forma-se um menino; mas naquela em que entrar a semente mais úmida e mais fraca, forma-se uma menina. Se uma semente forte entra nas duas, formam-se dois meninos; se for uma semente fraca, duas meninas (HIPÓCRATES, De la nature de l'enfant, cap. XXXI. 1-3; VII 540-2; p. 82-2).

Em outra obra ("Sobre os ares, águas e lugares"), Hipócrates estabelece a relação entre a origem do sêmen e a transmissão de caracteres aos descendentes:

Início com os "Cabeça-longa". Não há outra raça como a deles. Originalmente, o hábito foi o principal responsável pelo comprimento da cabeça, mas agora o hábito é reforçado pela natureza. Os que possuem as cabeças mais longas são considerados, por eles, mais nobres; e seu

costume é o seguinte: logo que uma criança nasce, eles remodelam sua cabeça com as mãos, enquanto ainda está mole e o corpo macio, e forçam-na a aumentar em comprimento aplicando-lhes faixas e aplicações adequadas, que deformam a esfericidade da cabeça e aumentam o seu comprimento. O costume agiu de tal forma que pela força surgiu tal natureza; mas à medida que o tempo passou, o processo se tornou natural, de tal modo que o costume não exercia mais compulsão. Pois a semente provém de todas as partes do corpo, sementes sadias de partes sadias, sementes doentes de partes doentes. Se, portanto, pais carecas [geram] na maioria da vezes filhos carecas, pais de olhos cinzentos [geram] filhos de olhos cinzentos, pais vultosos filhos vultosos e da mesma forma com outras peculiaridades físicas, o que impede um pai cabeça-longa de ter um filho com cabeça-longa? (HIPÓCRATES apud ZIRKLE, 1935, p. 430-31).

Podemos notar então que além de tentar explicar a origem do sêmen, Hipócrates relaciona-o com a transmissão de caracteres, não somente aquelas características natas, pertencentes a determinados indivíduos de um mesmo tipo, como aquelas características que foram adquiridas ao longo da vida. Essa idéia de que características adquiridas eram transmitidas para gerações posteriores se enquadra bem com a idéia de que o sêmen provém de todas as partes do corpo, pois se uma parte do corpo é modificada, essa modificação poderá ser transmitida a geração seguinte pelo sêmen que proveio desta parte:

De pais defeituosos nascem mais comumente filhos normais; de fato, a parte mutilada possui todos os componentes de uma parte sadia. Mas se lhe ocorre alguma doença, os quatro tipos congênitos de humores, de onde provém o esperma, não

forneem a semente completa, mas o que provém da parte mutilada é mais fraco e não me parece espantoso que o filho seja mutilado como o pai (CHIPÓCRATES, De la génération, cap. XI. 1; VII 485; p. 52).

2 A GERAÇÃO DOS ANIMAIS EM ARISTÓTELES

Outro importante autor da Antiguidade que discutiu a questão foi Aristóteles (384 - 322), cuja obra biológica é relativamente pouco estudada.

"Nenhum dos antigos teve um interesse tão profundo na questão da geração como Aristóteles, que devotou um de seus maiores trabalhos ("Sobre a geração dos animais"), a esse problema. Ele também discutiu variação e herança em outros escritos como De partibus" (MAYR, p. 636).

Apesar de muito criticada e de pouco estudada a obra biológica de Aristóteles constitui um quarto de sua obra total. Em relação à História Natural, mais especificamente à Zoologia, Aristóteles deixou três grandes obras: a) História dos animais (10 livros) que trata da descrição geral dos animais e de observações embriológicas; b) Partes dos animais (4 livros) que refere-se mais a morfologia e fisiologia; c) Geração dos animais (5 livros) que trata sobre a reprodução. Existe ainda uma série de tratados menores, dos quais faz parte o De anima, reunidos sob o título de Parva Naturalia. Encontram-se apenas fragmentos de um tratado das plantas e de um tratado das pedras atribuídos a Aristóteles.

A seguir será apresentada uma análise detalhada de parte da obra Geração dos animais de Aristóteles que se refere a fenômenos ligados à formação de seres e à semelhança entre as gerações. E na seqüência serão colocadas algumas idéias de Galeno (130-200 D.C.) sobre a idéia de sêmen e geração.

Na Geração dos Animais, Aristóteles tenta resolver um grupo de problemas que são centrais tanto para a biologia como para o sistema filosófico aristotélico. Ele tenta entender como os novos

seres se originam, e concentrando-se neste ponto ele tenta elucidar questões como a semelhança entre pais e filhos e a formação de monstros, assuntos esses que serão aqui analisados e discutidos em detalhe. Porém, outros assuntos encontrados na mesma obra como a razão da existência dos sexos; a classificação dos animais em relação à geração; a alma no sêmen e a fertilização do germe; desenvolvimento e nutrição do embrião; períodos de gestação e etc., não serão aqui discutidos.

No livro I, Aristóteles discute as diferenças entre machos e fêmeas quanto às partes externas e internas, em várias classes de animais. Descreve os órgãos gerativos e a geração sexual e espontânea de alguns invertebrados.

Após isso, vai discutir sobre o sêmen, pois este era considerado por alguns estudiosos, como por exemplo Hipócrates, como sendo o responsável pela geração de novos indivíduos.

Aristóteles observa que nem todos os animais produzem sêmen, então quer entender qual a natureza deste líquido; discute também a natureza e a função do fluxo mensal liberado por algumas fêmeas. Esse fluxo, é para Aristóteles o equivalente ao sêmen masculino.

Ainda no Livro I desta mesma obra, Aristóteles usa seus conceitos de matéria e forma³ para proporcionar um ponto de partida, pelo menos, para a explicação da geração. A rigorosa distinção entre matéria e forma auxilia-o na refutação de teorias de geração da época, mas também causa dificuldades para o próprio Aristóteles.

Tendo o sêmen como evidência da geração, Aristóteles tentará refutar algumas idéias aceitas em sua época, por exemplo, a idéia de que o sêmen é proveniente de todas as partes do corpo⁴ e a idéia de que essas partes estejam pré-formadas.

Como resultados das investigações do Livro I, Aristóteles está seguro de que o macho proporciona o movimento na geração, ou seja,

³ A "matéria" para Aristóteles, é tudo aquilo de que uma coisa é feita e pode ser modificada pela "forma", que fornece o movimento à matéria.

⁴ Essa idéia percorreu a história até o século XIX, quando então, Charles Darwin elaborou uma teoria de herança (Hipótese provisória da pangênese) baseada nesta idéia (ver ZIRKLE, 1946).

que o macho proporciona o princípio vital que irá dar forma à matéria proporcionada pela fêmea. O macho, portanto, tem uma capacidade que a fêmea não possui, que é a de "transformar" a matéria através desse princípio vital. Essa capacidade funciona através do calor e assim sendo, para Aristóteles, os machos são mais quentes do que as fêmeas, que sendo mais frias são incapazes de darem forma à matéria.

No livro IV encontramos outro aspecto importante para nossa análise que é a questão da origem dos sexos. Aristóteles refuta algumas idéias de sua época que atribuíam ao calor e ao frio a determinação sexual. Ainda neste livro, (capítulos 3 e 4) Aristóteles discute a formação de monstros, que será aqui discutida. Assim sendo, a análise seguinte se centralizará na questão da refutação àquilo que chamamos hoje em dia de pangênese, e em algumas das idéias de Aristóteles sobre a origem dos sexos e as causas de deformações nos seres ou até mesmo de monstros.

2.1 Macho e fêmea: forma e matéria, Livro I

A tese central de Aristóteles se baseia na natureza do sêmen. Assim sendo, através da observação, Aristóteles coloca:

Alguns animais manifestadamente emitem sêmen, como todos os sanguíneos, mas é incerto que os insetos e os cefalópodos o façam. Portanto, esta é uma questão a ser considerada; se todos os machos emitem sêmen, ou nem todos; e então, se nem todos, por que alguns emitem e outros não; e se a fêmea também contribui com algum sêmen ou não, e se não for sêmen, com o que ela contribui (ARISTÓTELES, G.A.⁵ I 721a-30 - 721b-3).

Aristóteles também afirma que é preciso investigar naqueles

⁵ G.A. é a abreviatura usada para designar a obra Geração dos animais.

animais que produzem sêmen, qual seria a contribuição deste para a geração e qual seria a natureza do sêmen e da chamada *catamenia* (fluido mensal) nos animais que a produzem. Assim, uma vez que os animais são produzidos a partir do sêmen, e que o sêmen vem dos progenitores, então, qual deles produz esse líquido, o macho ou a fêmea, ou ambos, e será que o sêmen provém do corpo todo ou não?

2.1.1) Esperma: sêmen x fluido menstrual.

Aristóteles relaciona o sêmen à alimentação, uma vez que a reserva da matéria e do movimento para uma vida independente do corpo está na comida. Aristóteles encontra esta relação argumentando que tanto o sêmen como o fluido menstrual são resultados do excesso do sangue. Pois o sêmen é produzido pelo corpo, e também a urina e o sangue ou bÍlis o são. Mas algumas coisas são produzidas como resíduos a serem eliminados (urina, fezes, suor) e outros são produtos úteis (sangue, bÍlis). Para Aristóteles, esses últimos são produzidos a partir de alimentos alterados no estômago, através do calor. Essa alteração pode ser chamada de "cozimento" ("pepsis" em grego). Esse é o caso do sangue, que após o "cozimento" é distribuído por todas as partes do corpo.

Parece então que o sêmen deve ser ou um resÍduo, ou uma secreção ou excreção⁶. Os antigos pensavam que o sêmen é um resÍduo, pois quando eles dizem que ele vem do corpo todo por causa do calor do movimento do corpo durante a cópula, eles estão implicando que é um tipo de resÍduo de desgaste. Mas estes [os resÍduos] são contrários à Natureza, e de tais nada surge de acordo com a Natureza. Então, ele deve ser uma secreção ou excreção (ARISTÓTELES, G. A. I,

⁶ Para Aristóteles, secreção ou excreção significa o resultado da transformação de nutrientes úteis, enquanto que resÍduo significa aquilo que é retirado dos tecidos por uma decomposição natural (ARISTÓTELES, I, 724b 20-25).

Como um resíduo, que é uma coisa inútil, poderia produzir o sêmen que é útil? É nesse sentido que Aristóteles afirma que dos contrários à Natureza nada surge de acordo com a Natureza.

Mas para ir mais além, cada secreção ou excreção ou é de um nutriente útil ou inútil; por "inútil" eu entendo aquilo que não contribui em nada para o crescimento natural, mas que é parcialmente maléfico para o corpo se for consumido em grandes quantidades; por "útil" eu entendo o oposto... Uma prova adicional de que [o sêmen] não é um resíduo mas sim uma secreção, é o fato de que animais grandes têm poucos filhotes, e os pequenos muitos. Pois os grandes têm mais gastos e menos secreção, uma vez que o tamanho do corpo necessita de mais nutrientes, e assim a sobra ou secreção é menor (ARISTÓTELES, G. A I, 725a 5-34).

Tudo, no corpo, vem dos alimentos. A parte útil dos alimentos é, segundo Aristóteles, transformada em sangue e o sangue produz os tecidos. É natural supor que o sangue, pela sua transformação, produz também os outros fluidos do corpo, incluindo o sêmen. Isso se daria por um processamento ou refinamento do sangue. Ainda referindo-se à natureza dos sêmens, Aristóteles afirma que:

Os fenômenos resultantes são evidências de que o sêmen é aquilo que dissemos. Pois a exaustão conseqüente da perda de pequena quantidade de sêmen é notável, já que o corpo é privado do ganho final tirado dos nutrientes. Para algumas poucas pessoas, é verdade, durante um pequeno tempo, na flor de sua juventude, a perda de sêmen, se for excessivo em quantidade, é um alívio... e assim pode também ser quando outras

secreções venham juntas, pois neste caso não somente o sêmen está sendo perdido mas também outras influências misturadas a ele, e essas são mórbidas. É por isso que alguns homens, algumas vezes, são incapazes de procriar, porque o elemento seminal neles é muito pouco. Mas na maioria dos homens o resultado do coito, como regra geral, é a exaustão e a fraqueza, ao invés do alívio, pela razão dada. Além disso o sêmen não existe durante a infância ou em idade avançada ou em doenças no último caso por causa da fraqueza, na idade avançada porque não processam suficientemente a alimentação, e na infância pelo crescimento, que exige todo o nutriente consumido...

Em muitos animais e plantas nós encontramos uma diferença em relação a isso, não somente entre os tipos quando comparadas com outros, mas também entre indivíduos do mesmo tipo quando comparados entre si, por exemplo, homem com homem ou videira com videira. Alguns têm mais sêmen, outros menos, outros nada, não por fraqueza, mas pelo contrário; pelo menos nesses casos, isto ocorre porque o nutriente é usado para formar o corpo como no caso dos seres humanos, que em boas condições desenvolvem mais carne ou acumulam muita gordura, produzindo menos sêmen e estando menos desejoso de cruzar-se (ARISTÓTELES, G.A. I, 725b 5-35).

Para Aristóteles o fluxo mensal - *catamenia* - está relacionado com a geração do novo ser, porém contribui de forma diferente do sêmen masculino como veremos mais adiante. Sem esse fluxo a concepção é inviável: "Nenhuma concepção ocorre ao menos que a *catamenia* esteja presente em uma porção certa. Por isso a fêmea não produz uma criança se a *catamenia* estiver completamente ausente" (ARISTÓTELES, G.A, I, 727b 12-14).

2.2 A refutação da pangênese e do preformismo

A teoria que chamamos de "pangênese"⁷ afirma que o material espermático vem de todas as partes do corpo de ambos os pais, explicando assim a semelhança dos filhos com os progenitores. Aristóteles coloca as provas favoráveis a esta teoria para depois refutá-las uma a uma como a seguir:

Já que alguns afirmam que o sêmen vem de todo o corpo, nós precisamos investigar essa questão. As provas que podem ser argüidas a favor de que o sêmen vem de todas as partes do corpo podem ser reduzidas a quatro. Primeiro, a intensidade do prazer do coito...ou seja, como o prazer durante o coito é sentido por todo o corpo, pode-se pensar que o sêmen jorrado durante esse ato seja proveniente de todo o corpo. Segundo, o alegado fato das mutilações serem herdadas, pois eles argumentam que uma vez que o progenitor é deficiente em uma parte o sêmen não provém desta parte, e o resultado é que a parte correspondente não é formada na prole. Terceiro, a semelhança aos progenitores, pois os jovens nascem iguais a eles, parte por parte, bem como no corpo todo ... Quarto, pareceria razoável dizer que, como existe uma primeira coisa da qual o todo se origina, então isto também se aplica a cada uma das partes, e portanto, se o sêmen ou semente é a causa do todo, então cada uma das partes teria uma semente peculiar a si própria" (ARISTÓTELES, G. A I, 721b 13-30).

Aristóteles coloca que essas opiniões encontram suporte

⁷ Embora o tradutor inglês da Geração dos animais de Aristóteles (Arthur Platt) utilize o termo "pangênese" no seu índice, esta é uma palavra que não é utilizada por Aristóteles. Ele utiliza o termo "panspermia".

plausível na semelhança encontrada entre pais e filhos, não somente nos caracteres inatos como naqueles adquiridos, como manchas de pele que aparecem na prole. Mas ele discute se isso é realmente a prova de que o sêmen provém do corpo todo, pois os argumentos contrários são mais fortes, como mostra a seguir:

Primeiro, a semelhança dos filhos a seus pais não é uma prova de que o sêmen provém do corpo todo, pois essa semelhança é encontrada também na voz, unhas, cabelo e modo de se movimentar, dos quais nada provém (ARISTÓTELES, G.A I, 722a 4 - 7).

O que Aristóteles está questionando é: como uma coisa que não é material, como a voz, poderia passar "algo" que vá ser reservado no sêmen? É claro que isso é um absurdo e, portanto, as semelhanças entre pais e filhos não podem ser todas explicadas por um processo de pangênese. Porém poder-se-ia argumentar da seguinte maneira: existe um órgão que produz a voz, como existe um tecido de onde surgem os cabelos e as unhas e existem membros que permitem os movimentos; portanto, dessas estruturas materiais poder-se-ia sair "alguma coisa" que, juntamente com as demais partes, formaria o sêmen. Nesse caso, não seria a voz que originou uma parte do sêmen, mas a parte material que produz a voz (cordas vocais, língua, etc.) que transmitem à prole essa semelhança.

Aristóteles prossegue: "E o homem gera antes de ter certas características, tais como a barba ou cabelos grisalhos" (ARISTÓTELES, G.A I 722a 6 - 8).

Ou seja, como o progenitor pode transmitir certas características que ele não apresenta na época em que gerou o filho? Este também parece um forte argumento contra a pangênese. Poderíamos no entanto responder a Aristóteles recorrendo à idéia de potencialidade, ou seja, que existem características em potencial que vão se manifestar em determinadas épocas mas que já estão presentes nos pais. Portanto, nem só o que é visível está sendo passado. No entanto, como se poderia imaginar essa potencialidade dentro da matéria? É claro que isso exigiria uma teoria mais

complexa do que a que Aristóteles está discutindo. A noção de potencialidade não havia sido desenvolvida antes do próprio Aristóteles e Hipócrates, por exemplo, não teria como responder a esta crítica aristotélica.

Além disso crianças são semelhantes a seus ancestrais mais remotos dos quais nada proveio, pois as semelhanças reaparecem em um intervalo de muitas gerações, como é o caso de uma mulher em Elis que se cruzou com um negro; sua filha não era negra, mas o filho de sua filha era (ARISTÓTELES, G.A I 722a 9 - 11).

Como explicar isso através da idéia de que o sêmen vem de todas as partes do corpo, se a característica em questão está "pulando" uma geração? Ou seja: se alguma coisa tivesse vindo do pai apareceria na filha e não somente no neto. Este argumento é interessante, pois pode indicar que existe alguma coisa que "comanda" as semelhanças que não precisa estar exatamente na vinda do sêmen de todas as partes do corpo.

Novamente, seria possível introduzir a idéia de algo "latente"; mas essa coisa está localizada onde? E o que faz com que ela às vezes se manifeste e às vezes não? Os autores anteriores a Aristóteles não saberiam como responder a isto.

Aristóteles continua apresentando argumentos contra a concepção da "pangênese":

A mesma coisa se aplica a plantas, pois é claro que se a teoria fosse verdadeira, a semente deveria vir de todas as partes da planta também, mas é comum uma planta não possuir uma parte, e outra parte pode ser removida, e uma terceira crescer depois [da formação da semente]. Além disso, a semente não vem do pericarpo e isto também surge com a mesma forma que na planta mãe (ARISTÓTELES, G.A I, 722a 12 - 16).

Mais uma vez, como explicar o aparecimento de órgãos que não existiam na época do cruzamento? Aqui fica difícil explicar algo em potencial, pois se alguma coisa foi retirada da planta como ficaria uma mensagem dessa parte na semente? Pode-se também pensar que poderiam existir uma parte essencial, da qual se originam outras partes. Então, uma planta poderia perder todas suas folhas e, contudo, sua semente teria como produzir uma nova planta com folhas, pois essa parte essencial não foi removida. Mas então pode-se falar que o sêmen está vindo de todas as partes? Ao apresentar a argumentação a favor da proveniência do sêmen de todas as partes do corpo, utilizou-se como evidência favorável a herança de mutilações. Por que as mutilações de plantas não seriam herdadas, então? O argumento de Aristóteles é bastante forte.

A seguir Aristóteles vai discutir se o sêmen proviria de todas as partes do corpo. Ele estuda três alternativas: o sêmen poderia se originar apenas nas partes homogêneas ou apenas nas heterogêneas ou em ambas:

Nós podemos também perguntar se o sêmen provém somente de cada uma das partes homogêneas, tais como carne, osso e nervo⁸, ou provém também de partes heterogêneas, como a face e as mãos. Pois se vem somente das homogêneas, nós diremos que a semelhança existe principalmente nessas últimas partes, tais como face, mãos e pés. (ARISTÓTELES, G. A, I, 722a 16 - 23).

Aristóteles está se referindo aqui a uma estrutura, como uma face ou uma mão e não a tecidos ou parte deles. Portanto, as partes heterogêneas carregam uma forma e é esta forma que está sendo transmitida. Se o sêmen viesse apenas das partes homogêneas, ele apenas poderia fazer com que a prole também tivesse os mesmos tecidos, mas não a mesma configuração das partes. Mas as partes heterogêneas são compostas de partes homogêneas, então:

⁸ As "partes homogêneas" são o que denominamos atualmente como "tecidos".

Se o sêmen vem somente das partes heterogêneas, então ele não vem de todas as partes; mas é mais apropriado que o sêmen venha de partes homogêneas pois as partes heterogêneas são compostas pelas homogêneas; e como as crianças se assemelham a seus pais na face e nas mãos, então elas se assemelham, necessariamente na carne e nas unhas (ARISTÓTELES, G.A, I 722a 24 - 28).

Com este argumento Aristóteles quer eliminar a segunda alternativa: a de que o sêmen viesse apenas das partes heterogêneas.

Se uma estrutura é formada de tecidos como ossos e nervos, já que o todo se assemelha a esta primeira estrutura, o sêmen que carrega as partes que vem do todo, precisa carregar algo das partes homogêneas. Então, pode-se afirmar que o sêmen teria que vir também das partes homogêneas e que estas se encontram em toda a parte.

Se o sêmen vem de ambas partes, como então, deve ocorrer a geração? Pois as partes heterogêneas são compostas de partes homogêneas, então o que vem das heterogêneas estaria vindo das homogêneas e de sua composição.
(ARISTÓTELES, G.A, I 722a 29-32)

Poder-se-ia argumentar com Aristóteles da seguinte maneira: o sêmen provém de todas as partes homogêneas, portanto, provém de todas as partes, uma vez que as heterogêneas são formadas pelas homogêneas; mas essas partes que provém de tudo, poderiam ter afinidades com partes semelhantes. Assim, partes que vieram do braço da mãe se agrupariam com partes que vieram do braço do pai e assim por diante. Então essas partes se assemelhariam a seus progenitores não só na semelhança direta como também na forma de se organizarem.

Mas uma sugestão como esta só teria sentido se não houvesse partes homogêneas iguais em diferentes órgãos: os músculos da perna

deveriam ser diferentes dos da mão, da face, etc; e o de cada parte da mão teria que ser diferente de todos os outros, etc, ou seja: não haveria tipos de tecidos iguais em todas as partes do corpo. Mas isso violaria todas as concepções da época [e também as nossas: seria impossível fazer transplantes de pele de uma parte do corpo para outra]. Portanto, é preciso que os progenitores transmitam aos filhos também uma estrutura ou forma, além dos tecidos.

Para tornar isto mais claro, Aristóteles faz a seguinte analogia:

Para tornar isso mais claro por um exemplo, considere uma palavra escrita; se alguma coisa viesse dela como um todo, então ela teria vindo de cada sílaba; e se viesse das sílabas teria vindo das letras e de sua composição. Então, se a carne e ossos são compostos pelo fogo ou por elementos semelhantes, o sêmen viria preferivelmente dos elementos do que de outra coisa, pois como poderia vir da composição dos elementos? Mas sem composição não haveria nenhuma semelhança. Se alguma coisa cria essa composição mais tarde, seria isto a causa da semelhança e não a vinda de sêmen de todas as partes do corpo (ARISTÓTELES, G.A, I, 722a 30 - 722b 5).

Consideremos, por exemplo, a palavra ROMA. Se, para reproduzi-la, precisássemos apenas reproduzir cada uma de suas partes (ou letras), então bastaria saber quais as letras que ela contém: A, O, M, R. Mas a partir dessas letras, pode-se compor "AMOR" e "RAMO", por exemplo. Portanto a reprodução do todo (a palavra) não é uma mera reprodução das partes.

Podemos interpretar essa passagem da seguinte maneira: o sêmen não vem da composição toda (como no exemplo acima, da palavra toda, mas daquilo com que a palavra é formada, suas sílabas e suas letras). O sêmen proviria, portanto, do fogo ou de elementos

semelhantes, uma vez que estes constituem a carne, os ossos, os nervos; formando assim o corpo todo. Mas todos os corpos são formados pelos mesmos elementos, e não é isso o que produz a semelhança. Então, para Aristóteles, o arranjo das partes não é uma coisa material, mas sim um princípio de semelhança. Assim sendo, a teoria da pangênese não resolve o problema de semelhança. Porém, como foi colocado acima, esta teoria teria condições de afirmar que o princípio de semelhança está na vinda do sêmen de todas as partes do corpo uma vez que essas partes carregam consigo a forma de se estruturarem conforme a afinidade. O problema é que, então, não haveria partes homogêneas: cada parte de um tecido seria específica de seu órgão. Como veremos mais adiante, o princípio de semelhança para Aristóteles se baseia em algo não material, pois para ele o sêmen é a matéria que carrega a alma, e esta sim é a responsável pela semelhança, juntamente com seus movimentos. Já os seguidores da pangênese acreditavam em algo material vindo de todas as partes do corpo do progenitor. Portanto, Aristóteles está refutando uma idéia que a princípio parece ter a mesma natureza da sua, porém tratam - se de coisas diferentes, pois enquanto Aristóteles acreditava em algo imaterial para a causa das semelhanças, seus contemporâneos estavam pensando em algo material.

A teoria assim refutada supõe que as partes do indivíduo estão espalhadas na secreção espermática, mas outra teoria popular, chamada de "preformismo" sustentava que todas essas partes estariam conectadas, formando um pequeno animal⁹.

Segundo Preus, a teoria de Empédocles sobre a geração dos animais representa uma posição entre a "pangênese" de Hipócrates e o homúnculo, teoria preformista, onde cada progenitor parece contribuir com metade do novo animal. As objeções de Aristóteles a essa teoria parecem ser perfeitamente fortes: a) as partes não poderiam permanecer saudáveis e vivas se separadas; b) não é razoável que duas metades de animais devam crescer juntas para

⁹ Aeschylus em *Eumenides*, e Eurípedes em *Orestes*, usam esta teoria como parte de uma defesa do matricídio de Orestes, onde o pai macho implanta um homúnculo como uma semente na fêmea. Platão no *Symposium* parece subscrever este ponto de vista também (PREUS, 1970, p. 6).

formar um só animal; c) as partes teriam que estar separadas em mais de duas partes (de baixo e de cima, direita e esquerda, frente e trás) (PREUS, 1970, p.6):

Além disso, se as partes do futuro animal estão separadas no sêmen, como elas vivem? E se elas estão conectadas, elas formariam um pequeno animal. E sobre as partes gerativas? aquelas provindas do macho não são similares às das fêmeas. Novamente, se o sêmen vem de todas as partes de ambos progenitores, o resultado será dois animais, pois a prole terá todas as partes de ambos (ARISTÓTELES, G.A, I 722b 5).

Há aqui três problemas colocados por Aristóteles: (a) Se as partes do corpo, reproduzidas no sêmen, estão separadas, elas estão vivas ou não? Se estão vivas, então os diferentes órgãos podem viver separadamente? Isso é absurdo. Portanto, não poderiam ter vida separadamente. Isso leva à outra alternativa: elas deveriam estar unidas, formando um pequeno animal. Mas isso gera outro problema: (b) Do sêmen proveniente do corpo do macho viriam todas as suas partes que formariam um animalúnculo com órgão sexual masculino. Como, então, poderia nascer uma fêmea? Seria do "sêmen" feminino? Mas, então, há o terceiro problema: (c) O sêmen masculino conteria um "homenzinho" e o feminino uma "mulherzinha" e daí surgiriam sempre dois filhos.

Aristóteles coloca aqui a opinião de Empédocles, que parece solucionar esta última questão:

Aqui ele parece concordar com isso quando coloca que há um tipo de corte no macho e na fêmea e que toda a prole não vem nem de um, nem de outro, mas "a forma dos membros é separada, alguns dos homens ..." Então, porque a fêmea não gera a si mesma, se o sêmen vem de todas as partes e ela tem um receptáculo já pronto no

útero? Mas parece que o sêmen não vem de todas as partes, ou se vem é da forma dita por Empédocles: as mesmas partes não vem de cada progenitor, e é por isso que é necessária a união de um com o outro (ARISTÓTELES, G.A, I, 722b 11 - 17).

Se o sêmen da mulher contivesse todas as partes, ela poderia gerar outra mulher, sozinha. Então, para responder a isso, é preciso supor que ela não reproduz todas as suas partes e portanto o seu "sêmen" não viria de todas as partes (só de 50%). Mas o que determinaria essa escolha de quais partes produzem e quais não produzem o sêmen?

O que Empédocles diz a seguir é impossível, ou seja, que as partes de um animal quando crescidas, tinham ido separadamente umas das outras: "muitas cabeças pulavam sem pescoço, e depois essas partes isoladas combinavam-se em animais." Que isto é impossível é evidente, pois nem as partes separadas seriam capazes de sobreviver sem uma alma ou vida nelas, nem se elas fossem coisas vivas, por assim dizer, poderiam combinar-se formando um animal novamente ... É impossível que as partes se unam uma vez que elas vêm de lugares diferentes, ou seja, como pode o mais alto se unir ao mais baixo, a direita com a esquerda, a frente com as costas? (ARISTÓTELES, G.A, I, 722b 18-29).

Os dois problemas aqui colocados são: (a) Se o macho produz meio animal e a fêmea meio animal, essas metades estão vivas ou não? É absurdo pensar que uma metade de um animal pudesse ter vida. (b) Mesmo se imaginarmos partes de animais dotadas de vida própria, como elas se uniriam? Se cada uma delas tem vida, cada uma delas é um animal e a reunião seria um conjunto de animais e não um animal

único¹⁰. Aristóteles continua fornecendo exemplos que refutam a idéia da pangênese:

Algumas criaturas não surgem nem de pais do mesmo tipo, nem de pais de tipos diferentes, como moscas e os vários tipos de pulgas; pois destes são realmente produzidos animais, mas não de natureza semelhante, mas um tipo de scolex. É claro neste caso que os filhotes de um tipo diferente não são produzidos pelo sêmen vindo de todas as partes dos corpos dos pais, pois então, eles se pareceriam a eles, se de fato a semelhança é um sinal de que o sêmen vem de todas as partes (ARISTÓTELES, G.A.I, 723b 2-8).

Aqui, Aristóteles pode estar se referindo a dois tipos de coisas: (a) No caso dos insetos, os filhos são diferentes dos pais e só depois de passar por uma metamorfose ficam iguais aos pais; ou: (b) Conforme Aristóteles acreditava, alguns insetos (nem todos) seriam gerados espontaneamente e, nesse caso, é claro que não possuem pais, mas esses insetos poderiam, apesar disso, gerar certos tipos de produtos imperfeitos, diferentes de si próprios e que não atingem a fase adulta. Em qualquer dos dois casos, como a larva de uma mosca é diferente de uma mosca (não tem asas, etc.), é claro que não há semelhança. Como explicar, então, essa forma de larva? É difícil explicá-la se ela foi gerada a partir do sêmen proveniente de todas as partes do corpo do inseto adulto.

Novamente, para dar conta das metamorfoses, seria preciso fazer uso da idéia de características latentes; mas a explicação deveria ser muito mais sofisticada do que a que Aristóteles está discutindo.

Aristóteles apresenta outros argumentos:

¹⁰ Aristóteles está usando aqui a idéia de que a vida é dada por uma alma, e que se cada parte tem vida, tem uma alma separada; a reunião teria muitas almas.

Mesmo entre os animais, alguns produzem muitos filhotes de um único coito (e algo semelhante a isto é universal entre as plantas, pois está claro que elas geram todas as frutas de uma estação por meio de um simples movimento). E como isso seria possível se o sêmen fosse secretado de todo o corpo? Pois de um simples coito e uma única segregação de sêmen dispersado através do corpo deve necessariamente seguir-se uma única secreção. Nem seria possível ser separado no útero, pois não seria uma mera separação de sêmen, mas, como se fosse um corte de uma nova planta ou animal (ARISTÓTELES, G.A, I 723b 3-17).

Se admitirmos que o sêmen já contém um animal em miniatura, e não partes separadas, então de um único coito só poderia nascer um único filhote. As alternativas seriam: (a) o animal em miniatura ser "cortado" em vários no útero - o que parece absurdo; (b) o sêmen já conter vários animais em miniatura - mas como isso poderia ocorrer, se a hipótese que Aristóteles discute precisa fundir as matérias provenientes de todas as partes distintas do corpo em uma unidade? Seria possível uma terceira alternativa, que Aristóteles não discute; (c) pode-se imaginar que o sêmen é formado não durante o ato sexual mas gradativamente; e que nessas diferentes etapas vão se formando diferentes animais em miniatura, no sêmen.

Quanto aos outros argumentos usados a favor da pangênese, Aristóteles coloca:

O veemente prazer sexual durante o coito, não é porque o sêmen vem de todas as partes do corpo, mas porque há uma forte fricção ... Entretanto, o prazer termina no final do ato em todas as partes ao mesmo tempo, porém, em teoria, deveria terminar antes em algumas partes e depois em outras (ARISTÓTELES, G.A,I, 723b 36 - 724a 4).

O pressuposto, nesta discussão, é o de que o sêmen é gerado durante o coito. Pode-se pensar que o prazer termina ao mesmo tempo em todo o corpo pelo próprio fato do sêmen estar saindo de todas as partes do corpo ao mesmo tempo, isso também explicaria a exaustão sentida após o ato. Mas Aristóteles parece estar pensando que o sêmen não poderia sair ao mesmo tempo da barriga e da parte dos dedos, pois não poderia chegar instantaneamente aos órgãos sexuais.

Quanto à herança de caracteres adquiridos, Aristóteles argumenta da seguinte maneira:

Se jovens mutilados nascem de pais mutilados, é pela mesma razão pela qual eles se assemelham a seus pais. E os jovens de pais mutilados nem sempre são mutilados, assim como a prole nem sempre se parece a seus pais; a causa disto precisa ser investigada depois, pois este problema é o mesmo dos outros (ARISTÓTELES, G. A, I, 724a 4-8).

Aqui a idéia de pangênese explica satisfatoriamente os casos de pais mutilados que têm filhos mutilados da mesma maneira, porém isso não é a regra, como bem sabemos; portanto, quando pais mutilados têm filhos normais a idéia de que o sêmen vem de todas as partes não é convincente, a não ser que, antes da mutilação, a parte em questão ou membro em questão "imprima" de alguma forma a estrutura do mesmo. Mas não havia condições de se pensar essa idéia na época: portanto, o argumento de Aristóteles colocado acima é adequado.

2.3 A formação de diferentes: Macho, fêmea e monstros; livro IV

Para Aristóteles, o modo normal de reprodução em animais é o sexual; então, a distinção entre sexos existe por causa da reprodução. No capítulo I do Livro IV, Aristóteles questionará sobre a origem dos sexos como a seguir:

É disputado entretanto, se o embrião é macho ou fêmea ... É dito por alguns, como por Anaxágoras e outros médicos, que esta antítese existe desde o começo, no germe ou na semente; pois o germe, eles dizem, vem do macho; enquanto a fêmea somente providencia o local no qual ele será desenvolvido; e o macho vem do testículo direito enquanto a fêmea vem do esquerdo, e também o embrião macho fica no lado direito do útero, e a fêmea no esquerdo. Outros, como Empédocles, dizem que a diferenciação ocorre no útero; pois ele diz que se o útero está quente ou frio, o que entra nele [o embrião] se tornará macho ou fêmea; a causa do calor ou frio estaria no fluxo da menstruação, que é mais frio ou mais quente se for mais "antigo" ou mais "recente". Demócrito de Abdera também diz que a diferenciação do sexo ocorre dentro da mãe; porém não é por causa do calor ou do frio que o embrião se torna macho ou fêmea, mas isso depende de qual sêmen prevalece [se é o do pai ou o da mãe], não o sêmen como um todo, mas a parte que diferencia o macho da fêmea (ARISTÓTELES, J. A, IV, 763b 27 - 764a 12).

Podemos distinguir aqui três influências diferentes para a determinação dos sexos. A primeira, oferecida por Anaxágoras e outros médicos, relaciona o lado (direito e esquerdo) do testículo e do útero como determinantes. Já Empédocles faz referência ao calor e frio enquanto que Demócrito atribui a diferenciação do sexo à predominância de sementes masculinas e femininas.

Aristóteles a seguir vai questionar essas idéias, elogiando a idéia de Demócrito como sendo a melhor das teorias apresentadas, pois leva em conta uma distinção essencial.

2.3.1 Questionando Empédocles (calor x frio)

Imaginemos que sejam introduzidos no útero dois embriões já moldados, um tendo todas as partes da fêmea e outro do macho. Suponha que são colocados no útero como em um forno, o primeiro, quando o útero está mais quente, e o segundo quando o útero está mais frio; então, sob o ponto de vista de Empédocles, aquele que não tinha útero se tornará uma fêmea e aquele que tem se tornará um macho. Mas isto é impossível. Assim, a teoria de Demócrito seria a melhor das duas (ARISTÓTELES, G. A, IV, 764a 18 - 21).

Aristóteles argumenta também que se assumíssemos que o calor e o frio ou o lado do útero são as causas da diferenciação não se explicariam os gêmeos de sexos diferentes encontrados no mesmo lado do útero em dissecações, que ele afirma ter realizado em muitos tipos de vivíparos - tanto terrestre quanto aquáticos: "Agora se Empédocles nunca observou isto é natural que ele tenha falhado; mas se ele já tinha observado isto é estranho que ele pensasse que o calor ou o frio do útero fossem a causa da observação, uma vez que em sua teoria ambos gêmeos teriam se transformado ou em fêmea ou em macho; mas nós observamos que isso não ocorre de fato (ARISTÓTELES, G. A, IV, 764a 33 -764b 5).

Ainda questionando a idéia da influência do calor e do frio, Aristóteles coloca que se considerarmos que as partes dos embriões estão divididas, algumas estando no pai e outras na mãe, como pressupõe o preformismo e conseqüentemente Empédocles; se assim considerarmos então, elas deveriam surgir no embrião por combinação de uma com a outra e não por causa do calor ou do frio do sêmen. O que Aristóteles está indicando aqui é que Empédocles é incoerente.

2.3.2 Questionando Demócrito (predominância de sêmen)

Aristóteles vai agora discutir a teoria de Demócrito, que ele considera melhor do que a de Empédocles, mas também errada.

Para Aristóteles, é mais plausível considerar que uma das

partes (o órgão sexual) faz o embrião ser fêmea ou macho por alguma superioridade dessa parte e não pelo calor ou frio. No entanto vê alguma dificuldade.

Já que os órgãos [sexuais secundários] acompanham o útero, e diferem dos órgãos do pai, nós necessitamos de uma explicação para o fato de que essas partes estão juntas uma à outra. Se dissermos que é porque estão próximas às demais, então cada uma das outras partes mais próximas também deveriam ir junto a elas; pois uma das partes que prevalece estaria sempre próxima a outra parte onde a luta ainda não foi decidida; assim a prole não seria somente feminina ou masculina, mas também igual a sua mãe ou a seu pai respectivamente em todos os detalhes (ARISTÓTELES, G. A, IV, 764b 20 -27).

A idéia central aqui é a seguinte: a diferença entre o macho e a fêmea não é um único órgão; se a definição sexual dependesse de que houvesse prevalência do útero ou dos tecidos, esta seria a única diferença. Mas a diferença entre macho e fêmea também existe na parte externa do corpo - além de caracteres sexuais secundários, que Aristóteles poderia ter lembrado aqui. Como ocorre então que todas as fêmeas, além de terem útero, são desprovidas de pênis? A alternativa que Aristóteles propõe é a de que, uma vez que um órgão de geração ou outro prevaleça, os órgãos adjacentes também prevalecem. Mas se isso ocorresse, como sempre há algum outro órgão adjacente a esses, o corpo inteiro teria prevalecido e nunca haveria uma combinação de caracteres masculinos e femininos.

2.3.3 Questionando Anaxágoras (direito x esquerdo)

Aristóteles não considera que as partes genitais ou demais partes já estejam preformadas nos sêmens, mas sim que elas vão se formando, inclusive de acordo com modificações do útero, e que alguma outra coisa quando prevalece faz com que partes genitais femininas ou masculinas surjam no embrião, além das outras

características e que desta forma os mesmos argumentos usados para recusar o calor e frio com determinantes do sexo, servem para recusar a idéia de Anaxágoras de que o lado determina se o embrião será macho ou fêmea, assim:

Se os fatos sobre o sêmen são da natureza que afirmamos, se ele não vem do corpo todo do pai, e se este não contribui com nenhum material para o embrião, então precisamos adotar uma postura contrária tanto a Empédocles e a Demócrito e qualquer outro que argumente nesta linha. Pois então não é possível que o corpo do embrião pudesse existir "cortado", parte na mãe e parte no pai (ARISTÓTELES, G.A., IV, 764b 10-15).

...O mesmo argumento usado contra Empédocles e Demócrito servirá também contra aqueles que dizem que o macho vem do lado direito e a fêmea do esquerdo. Se o macho não contribui com nenhum material para o embrião, nada pode influenciar neste caso. Se, como eles dizem, ele contribui com alguma coisa, nós precisamos confrontá-los de alguma maneira, como nós fizemos com a teoria de Empédocles que afirma que a diferenciação entre macho e fêmea é devida ao calor e ao frio do útero. O mesmo erro é cometido quando afirmam que a diferenciação é devida ao lado esquerdo e direito ... então qual a razão de existir útero nos embriões provenientes do lado esquerdo e vice-versa? Pois se um embrião vem do lado esquerdo, mas não adquiriu esta parte, ele será uma fêmea sem útero, e também não há nada que impeça o outro de ser um macho com útero! (ARISTÓTELES, G.A., IV, 765a 5 - 20).

2.3.4 A determinação do sexo segundo Aristóteles: O poder de confeccionar a matéria por meio do calor

Como foi visto anteriormente, Aristóteles, na tentativa de "salvar" Demócrito, considera que as partes vão se formando em conjunto umas com as outras, e que macho e fêmea não só se diferenciam em formas, mas também por possuírem uma certa capacidade ou incapacidade. Ele vai agora expor sua concepção:

Pois o macho é aquele capaz de "cozinhar" o sangue em sêmen e que pode formar, secretar e liberar um sêmen que carrega consigo o princípio da forma - por "princípio" eu não quero significar um princípio material do qual surge uma prole com semelhança aos pais, mas sim a primeira causa de movimento, quer ela tenha poder de agir como tal na própria coisa ou em alguma outra coisa - mas a fêmea é aquela que recebe o sêmen, mas não pode formá-lo, secretá-lo, ou liberá-lo (ARISTÓTELES, G. A., IV, 765b 10 -16):

Para Aristóteles o calor é o princípio de transformação, ou seja, toda a produção trabalha pelo calor. Por isso os machos precisam ser mais quentes que as fêmeas, pois eles produzem o sêmen¹¹. Mas então como explicar que as fêmeas liberam sangue, que é considerado quente? "Esta abundância é uma evidência exatamente do oposto do que alguns supõem, pensando que a fêmea é mais quente que o macho por liberar o fluxo menstrual. É verdade que o sangue é quente; e quem tem mais sangue é mais quente do que quem tem menos sangue. Mas eles assumem que esta liberação ocorre através do excesso de sangue e de calor, como se fosse dado por certo que todo o sangue é igualmente sangue bastando ser líquido e sangüíneo na

¹¹ Para Aristóteles, o grau de "calor" de um animal é uma indicação de seu grau de perfeição. Assim, os mamíferos seriam mais quentes do que os peixes por serem mais perfeitos. Ele também considera os machos mais perfeitos do que as fêmeas e, portanto, mais "quentes".

coloração, e como se não pudesse se tornar menor em quantidade por isso é mais puro em qualidade naqueles cuja assimilação é mais adequada" (ARISTÓTELES, G.A., IV 765b 19 - 28).

O excesso de sangue das fêmeas seria devido à sua incapacidade de purificar e transformar esse sangue em algo mais puro. No caso dos machos, não há excesso de sangue porque ele se transforma em sêmen, pelo calor.

Na tentativa de justificar a existência de útero e os órgãos masculinos, Aristóteles coloca: "Uma vez que um dos sexos é capaz e o outro é incapaz de reduzir a secreção residual a uma forma pura¹², e a cada capacidade ou poder, um organismo tem um certo órgão correspondente, tanto se a faculdade produz o resultado desejado em maior quanto em menor grau, e os dois sexos se correspondem desta maneira, então, é necessário que ambos, machos e fêmeas, devam ter órgãos. Uns tem o útero e outros os órgãos masculinos" (ARISTÓTELES, G.A., IV 765b 35 - 766a 5).

Aristóteles está tentando explicar a necessidade dos órgãos que são diferentes entre machos e fêmeas, mas ele precisa ainda explicar como surgem então os machos e as fêmeas.

Ele considera que a natureza dá tanto a faculdade como o órgão ao mesmo tempo, ou seja, o olho e a faculdade de enxergar, o intestino e a faculdade de excretar (o que poderíamos chamar hoje em dia de órgão e função).

Então Aristóteles enumera três pontos básicos para tentar entender a formação dos seres masculinos e femininos:

- 1) O mesmo material que forma o órgão é aquilo que o faz crescer, ou seja, o seu nutriente.
- 2) Um órgão é formado a partir de algo diferente ou, em certo sentido, a partir de seu oposto.
- 3) Devemos crer que quando alguma coisa perece ela se transforma em seu oposto.

Dito isto Aristóteles continua:

¹² É bom lembrar aqui que Aristóteles considera o sêmen masculino como uma secreção de nutrientes úteis provindos do sangue. Portanto, para ele, os machos conseguem retirar (reduzir) dos nutrientes uma secreção residual pura, enquanto que as fêmeas não têm essa capacidade.

Após essas premissas, ficará mais claro por que razão um embrião se torna fêmea e outro macho. Pois quando o primeiro princípio¹³ não tem poder suficiente e não consegue "cozinhar" o nutriente, pela da escassez de calor, não lhe é dado sua forma própria, mas é derrotado neste aspecto; assim o material que ele está trabalhando deve se transformar em seu oposto. Agora, a fêmea é o oposto do macho... E uma vez que eles diferem em suas faculdades, seus órgãos também diferem, e então o embrião muda para este estado. E como uma parte de primeira importância muda, o sistema como um todo difere muito de forma juntamente com essa primeira parte. Isto pode ser visto no caso dos eunucos, que embora mutilados em uma parte somente, diferem de sua aparência original e se aproximam da forma feminina. A razão é que algumas partes são princípios, e quando um princípio é modificado ou afetado muitas partes se modificam juntamente com ele (ARISTÓTELES, G.A., IV, 766a 17 -29).

Ou seja, existe um primeiro princípio, que vem do sêmen masculino¹⁴, e este não tendo o poder adequado pelo motivo alegado acima, transformará em seu oposto todo material com que está trabalhando, assim uma fêmea é formada pela incapacidade do princípio masculino de gerar um macho, ou seja, quando Aristóteles está afirmando que "o primeiro princípio não tem poder suficiente por não conectar o nutriente através da escassez de nutrientes" ele está se referindo ao sêmen masculino.

Aristóteles encerra o primeiro capítulo do Livro IV com uma

¹³ O princípio vital que vai formar o novo ser.

¹⁴ Interpretou-se desta maneira pois o primeiro princípio é a causa do movimento, que é fornecida pelo macho; e, como já foi dito, o sêmen trabalha pelo calor.

recapitulação, onde coloca que:

1) O sêmen é o fundador do embrião sendo a última secreção do nutriente; e assim ele é carregado para todas as partes do corpo, sendo esta a razão pela qual a prole se parece com os pais, pois o sangue alimenta todo o corpo.

2) O sêmen do macho difere da secreção correspondente da fêmea por possuir um princípio de tal tipo que estabelece um movimento no embrião e confecciona a matéria por meio do nutriente; já a secreção da fêmea contém somente material a ser confeccionado.

3) A origem dos sexos se dá pela prevalência ou não do elemento masculino, ou seja, se o elemento do macho prevalece (por meio do calor, como dito anteriormente) ele atrai (recebe) o elemento feminino dentro de si, mas se é prevelecido (por escassez de calor), o material que está sendo confeccionado muda para seu oposto ou é destruído. Sendo a fêmea oposta ao macho, formar-se-ia uma fêmea.

4) Cada secreção tem um recipiente adequado a si. No caso dos machos, o sêmen é em quantidade moderada e as partes recipientes são apenas passagens (são pequenas). Já a fêmea, é incapaz de confeccionar o sêmen pois é tida como um organismo frio, então necessita de um órgão que reserve o grande volume de sangue que não foi transformado (sangue menstrual) para poder ser trabalhado pelo sêmen masculino na época da gestação. Sendo assim, o útero é um órgão necessário somente nas fêmeas, diferenciando-as, portanto, dos machos.

2.3.5 As semelhanças e diferenças entre prole e progenitores

Aristóteles vai tentar responder por que existem então semelhanças, ora com o pai, ora com a mãe. Por que os filhos se parecem mais a seus pais e as filhas mais a suas mães? E quanto à semelhança com ancestrais remotos?

Aristóteles também discute o aparecimento de indivíduos que não se parecem com nenhum dos pais, como os monstros; pois para ele não se parecer a nenhum dos pais já é uma monstruosidade, pois neste caso a natureza se desviou de seu tipo. A própria formação de fêmeas em vez de macho, já seria o primeiro desvio, mas isto é uma necessidade natural.

Como foi dito anteriormente, se o sêmen masculino prevalecer formar-se-a um macho; porém, esse macho pode se assemelhar mais a sua mãe do que ao seu pai. Aristóteles explica isso afirmando que "as características peculiares e individuais têm sempre mais força na geração do que características amplas e gerais ..." (ARISTÓTELES, G.A., IV, 767b 30 -32). Mas a idéia que melhor elucida a questão é a seguinte: "Desde que cada coisa muda, não em qualquer coisa mas sim no seu oposto, então aquilo que não prevaleceu na geração precisa mudar e tornar-se o oposto ... (ARISTÓTELES, G.A., IV, 768a 1-5).

Assim, cada um dos caracteres do pai que não possuem força são transformados no seu oposto e passam a ser iguais aos da mãe. É natural que, no caso das filhas, o elemento masculino, sendo fraco, não prevalecerá em muitas características e elas se parecerão mais com a mãe; e vice-versa: no caso dos filhos, o elemento masculino do pai é forte e deve também prevalecer em maior número de características.

Isso então, está tentando explicar que é mais fácil que as características masculinas e as individuais do pai caminhem juntas, se prevalecerem ou forem prevalecidas. Daí, portanto, que a maioria da prole masculina se assemelha ao pai e a feminina à mãe. Mas se o movimento vindo do princípio masculino prevalece enquanto que aquelas características individuais não prevalecem, o resultado será um macho parecido com a mãe; o contrário também pode ocorrer.

Interessante ainda é observar que para Aristóteles o movimento do pai e dos tipos gerais (da espécie e do gênero) existem realmente (em ato, conforme a terminologia escolástica) no sêmen, enquanto que o movimento da mãe e de ancestrais remotos existem potencialmente: Assim, se o princípio eficiente masculino perde sua própria natureza, ele se transforma em seu oposto; mas os movimentos que formam o embrião se transformarão naqueles que estão proximamente conectados a eles. Por exemplo, se o movimento do pai for dissolvido, ele muda por uma pequena diferença no de seu pai, e no próximo momento no de seu avô; e desta forma não apenas na linha paterna mas também na materna, o movimento do progenitor feminino se transforma no de sua mãe ou, senão nisso, no de sua avó; e similarmente com os ancestrais mais remotos (ARISTÓTELES, G.A., IV,

se os movimentos se dissolvem, se a característica masculina permanece mas o movimento do indivíduo Sócrates se desfaz no pai do Sócrates, o resultado será um filho que se assemelhe a seus avós ou a algum ancestral remoto na linhagem masculina. Se o princípio masculino foi superado, a criança será feminina e se parecerá mais à sua mãe, mas se o movimento que vem da mãe também foi superado ela se assemelhará à sua avó, ou a algum outro ancestral mais remoto na linhagem feminina (ARISTÓTELES, G. A., IV 768a 31 - 768b 2).

Um problema que poderia ser apontado é que, de acordo com esta proposta de Aristóteles, uma criança não poderia se parecer com o avô pelo lado materno nem com a avó pelo lado paterno. Mas o próprio Aristóteles, ao indicar o caso da mulher branca que se casou com um negro, dá um exemplo deste tipo. Embora Aristóteles não discuta este caso, aqui, talvez fosse possível tratá-lo da seguinte forma: quando uma característica do pai não prevalece, ao invés de desaparecer, ela poderia apenas se tornar latente (potência); e as características da mãe que são superadas também não desaparecem, mas são "absorvidas" dentro do princípio masculino e também se tornam latentes (potenciais). Assim, um filho conteria, em forma latente (potencial) as características de todos os seus ancestrais, da linha materna e paterna.

A concepção de potencialidade desenvolvida por Aristóteles é perfeitamente adequada para tratar de características que desaparecem e depois aparecem novamente.

Algumas vezes, os filhos, não se parecem nem ao pai nem à mãe. Como isso pode ocorrer?

Existem dois tipos de transformações de características, segundo Aristóteles: algumas vezes, um movimento pode ser "vencido" e se transforma no seu oposto (o macho no da fêmea, por exemplo); em outros casos, pode ser "dissolvido" e então se transforma

naquele que lhe é próximo ou subjacente. A "dissolução" ocorre por um efeito de "ação e reação": o agente é afetado por aquilo sobre o qual está atuando, como uma faca que perde o corte ao ser usada para cortar. Um objeto quente esfria ao aquecer outro; e a "reação" pode ser maior do que a ação, se o objeto sobre o qual a ação é executada superar o agente em quantidade. Se a matéria que deve ser estruturada pelo sêmen é em grande quantidade e muito fria, ele pode ser "resolvido" e então surgem ou características ancestrais ou apenas as da espécie, sem semelhança com os progenitores.

2.3.5.a. Idéias recusadas por Aristóteles

Após colocar suas idéias gerais sobre a semelhança e dessemelhanças da prole com seus progenitores, Aristóteles descreve algumas idéias de sua época, das quais ele discorda em alguns pontos:

Diferentes explicações têm sido dadas a esses fenômenos por alguns filósofos naturais, ou seja, por que as crianças são semelhantes ou dessemelhantes a seus pais. Eles dão duas versões para essa razão. Alguns dizem que a criança é mais semelhante ao progenitor do qual vem mais sêmen, isto se aplicando tanto ao corpo todo como às suas partes e assumindo-se que o sêmen vem de cada parte de ambos pais. Se o sêmen vem em quantidades iguais de cada um dos pais; então eles dizem que a criança não será igual a nenhum deles. Mas se isso não ocorre, se o sêmen não vem do corpo todo dos pais, está claro que a razão afirmada acima não pode ser a causadas semelhanças e diferenças. Entretanto é difícil para eles explicarem como uma filha pode ser semelhante ao pai e um filho semelhante à mãe. Pois aqueles que assinalam a mesma causa do sexo como Empédocles ou Demócrito, dizem que ele é definido pela maior ou menor quantidade de sêmen vindo do pai ou da mãe, e que é por isso

que criança é macho e outra fêmea, não podem mostrar como a fêmea pode se parecer com o pai e o macho com a mãe, pois é impossível que venha mais sêmen de ambos de uma mesma vez. E como explicar a razão de uma criança ser igual a seus ancestrais, mesmo os mais remotos, se nenhum sêmen vem deles? (ARISTÓTELES, G.A., IV ,769a b - 26).

A segunda idéia colocada e recusada por Aristóteles é a seguinte:

Alguns dizem que o sêmen é como uma mistura comum (panspermia) de muitos elementos; como se fizéssemos uma mistura de muitos sucos em um único líquido, e então tirássemos um pouco dele, não teríamos sempre a mesma quantidade de cada um, mas teríamos uma porção com mais suco de um tipo e outra com mais suco de outro tipo; às vezes um pouco de um e nada de outros. Segundo alguns, assim é o fluido germinativo, que é uma mistura de muitos elementos, fazendo com que a prole se pareça com o pai do qual veio maior contribuição¹⁵. Embora esta teoria seja obscura e de muitos modos fictícia, ela aponta o que é melhor expresso dizendo que o que é chamado de "panspermia" existe em potência e não em ato, ... Se nós considerarmos só um tipo de causa, não será fácil explicar todos os fenômenos, como: a distinção do sexo; por que a filha se parece às vezes com o pai e o filho com a mãe; a semelhança com ancestrais mais remotos; por que a prole é algumas vezes diferente de ambos, mas

¹⁵ Aparentemente, nesta teoria, seria possível considerar que os diferentes "sucos" de um progenitor são misturados aos do outro e que cada "suco" é responsável por alguma característica. A partir dessa mistura, pode ocorrer que se "retire" (para formar o embrião) uma amostra que contenha maior proporção de um "suco" do pai para certas características e da mãe para outras.

é ainda um ser humano; e indo mais longe nessa direção, porque às vezes não é semelhante nem mesmo a um ser humano parecendo ser um tipo de animal que chamamos de monstro (ARISTÓTELES, G.A., IV, 769a 28 - 769b 10).

Ou seja, há um conjunto de fenômenos gerais, que precisam ser explicados pela teoria; e deve-se tomar o cuidado de, ao explicar um deles, não tornar impossível a explicação dos outros. Por outro lado, Aristóteles introduz aqui um tema que, desde essa época até o século XIX, será sempre discutido juntamente com questões de herança: o surgimento de "monstros".

2.3.5.b. Os monstros conforme Aristóteles .

Aristóteles oferece uma explicação para o surgimento dos monstros:

Se os movimentos comunicados pelo sêmen são dissolvidos e o material contribuído pela fêmea não é controlado pelos movimentos masculinos, por fim permanece o substrato mais geral, que é o animal. Então as pessoas dizem que a criança tem uma cabeça de carneiro ou de touro, e assim por diante em relação a outros animais, como um bezerro com cabeça de criança ou uma ovelha com cabeça de boi ... Todos esses monstros resultam de causas afirmadas acima, mas eles não são nenhuma das coisas que dizem ser ... (ARISTÓTELES, G.A., IV, 769b 11 - 19).

Aristóteles acha impossível que tais monstruosidades surjam pelo crescimento de embriões de uma espécie em espécies diferentes, pois existe uma grande diferença no período de gestação entre o homem, carneiro, cachorro e vaca, sendo impossível eles se desenvolverem, exceto em seu próprio tempo. A explicação do próprio Aristóteles indica uma concepção de "camadas" vitais superpostas: o sêmen teria a forma de um animal, à qual estaria superposta a de um

ser humano, e, a esta, a do pai. Essas duas últimas poderiam se "dissolver" sem que fossem substituídas pela forma e movimento opostos (da mãe) e assim seria gerado algo monstruoso.

Aristóteles descreve e critica uma outra explicação:

Demócrito disse que monstros se originam por causa de duas emissões de fluido seminal que se encontram juntas, uma sucedendo a outra num intervalo de tempo; a última assim que entra no útero, reforça a primeira, de tal maneira que as partes do embrião cresçam juntas e se confundam umas com as outras ... Mas se é fato, como manifestadamente o é, que alguns jovens são produzidos de uma única emissão e de um simples ato de cruzamento, é melhor não abandonar o pequeno caminho para ir longe demais, pois em tais casos é absolutamente necessário que isso devesse ocorrer, quando o sêmen não está separado, mas entra na fêmea todo de uma só vez (ARISTÓTELES, G.A., IV, 769b 32 -770a 4).

Até agora toda a causa da formação do novo ser era atribuída ao sêmen masculino, porém agora como se trata de um defeito, de uma falha, Aristóteles apela também ao material fornecido pela mãe e para o próprio embrião:

...Nós precisamos considerar também que a causa pode estar no material com o qual a fêmea contribuiu e no embrião que está sendo formado. Tais monstruosidades ocorrem muito raramente em animais que produzem somente um único filhote, mais freqüentemente naqueles que produzem muitos animais, a maioria em aves e entre elas é comum em galinhas (ARISTÓTELES, G.A., IV 770a 5 - 11).

Aristóteles relaciona a monstruosidade com a nutrição, com o espaço de desenvolvimento e com a quantidade de filhotes que um

animal produz. No caso das galinhas, a monstruosidade ocorreria pela fusão de dois embriões - o que é facilitado pelo fato de que a galinha tem vários embriões ao mesmo tempo e copula durante o ano todo. Dois ovos poderiam se fundir e gerar, ou não, um monstro:

Em caso de ovos duplos, quando as gemas estão separadas por uma membrana, são produzidos dois frangos separados com nada de anormal; quando as gemas são contínuas, sem divisão entre elas, os frangos produzidos são monstruosos, tendo um corpo e uma cabeça, mas quatro pernas e quatro asas; isto é em decorrência das partes superiores serem formadas antes da parte branca, seus nutrientes sendo retirados da gema, enquanto que a parte inferior surge depois e seu nutriente é um só e indivisível (ARISTÓTELES, G. A., IV, 770a 16 - 23).

Aristóteles também faz referências à cobras com duas cabeças e chama a atenção para o fato de nada disso ocorrer com abelhas e vespas: apesar de terem muitos filhotes de uma só vez, eles são produzidos em células separadas. Já nos humanos, por produzirem, na maioria das vezes apenas um filho, a monstruosidade não é comum, pois não existem dois embriões para se atrapalharem

Aristóteles também faz referências a hermafroditas que também são considerados como monstros:

Algumas vezes os animais nascem com muitos artelhos, algumas vezes com apenas um, e outras partes podem ser multiplicadas ou estarem ausentes. Eles podem ter os órgãos geradores duplicados, um sendo masculino e o outro feminino; isto é conhecido no homem e em cobras. Pois os que são chamados de *trangaenae* tem tanto as partes gerativas masculinas como femininas. Trocas e deficiências também são encontradas nas partes internas: alguns animais ou não possuem

algumas partes, ou possuem rudimentos dessas partes, ou ainda mais numerosas ou em lugar errado. Nunca se viu um animal nascer sem coração, mas eles podem nascer sem um baço ou com dois baços, ou ainda com um só rim; não há caso de total ausência de fígado, mas há casos deles serem incompletos. E todos esses fenômenos têm sido vistos em animais perfeitos e vivos ... Há casos de troca de lugares dos órgãos, o fígado no lado esquerdo e o baço no lado direito... (ARISTÓTELES, G. A., IV, 770b 37 - 771a 10).

2.3.5.c. Gêmeos ou monstros?

O aumento ou redução do número de órgãos tem, para Aristóteles, o mesmo tipo de causa que o surgimento de gêmeos ou de um só filho e a seguir ele irá discutir o problema de superfecundação.

Aristóteles pergunta então se a causa que produz um filho é a mesma que produz muitos, ou ainda por que alguns animais produzem um só filhote enquanto outros produzem muitos. Ele tenta relacionar esta produção com o tamanho dos animais, pois quanto maior o animal mais alimento e mais sêmen serão necessários para a produção da prole, portanto este animal deve produzir poucos filhotes, enquanto que animais pequenos podem produzir muitos. O argumento não é muito bom. Se um elefante, ao nascer, tem um peso de, digamos, $1/20$ do peso da mãe e a mesma proporção for mantida no caso de um gato, a proporção de alimentos gastos, nos dois casos, será igual. O importante seria verificar se, relativamente ao tamanho do adulto, os filhotes dos animais maiores são também maiores. Aristóteles não discute isso.

Aristóteles quer entender também como os animais que produzem muitos filhotes podem fazê-lo por meio de uma única copulação. Aí então ele reafirma a idéia de que o sêmen masculino age sobre a matéria proporcionada pela fêmea de maneira a formar vários embriões, e não a idéia de que alguns tinham de que os sêmens se misturavam tornando -se parte do próprio embrião, pois se assim o fizessem não haveria sêmen suficiente para a formação de vários

embriões.

Aristóteles também não acha razoável a idéia de que várias e diferentes partes do útero atraiam o sêmen, formando assim vários embriões, pois podem surgir vários embriões juntos, na mesma região do útero. Sua explicação é diferente: Para ele, existe um limite de crescimento de cada animal, independentemente de sua nutrição. Da mesma forma, cada embrião tem um tamanho determinado por certos limites, próprios da espécie, independentemente da quantidade de sêmen e material da mãe. Assim, a quantidade de material que pode ser estruturada pelo movimento do sêmen é limitada.

Quando um animal libera mais secreções da fêmea do que é necessário para o início da existência de um simples animal, não é possível que somente um indivíduo seja formado, mas um número limitado e de tamanho apropriado para cada classe; o sêmen masculino ou o poder residente no sêmen não poderá formar alguma coisa maior ou menor que não esteja de acordo com a natureza. De igual maneira se o macho emite mais sêmen do que é necessário... este não fará algo maior, ao contrário, ele seca completamente o material da fêmea e o destrói (ARISTÓTELES, G.A., IV, 772a 6-13).

O que acontece naqueles animais que produzem muitos filhotes é que o sêmen emitido pelo macho tem poder para formar vários embriões, se o material com o qual a fêmea contribuiu em quantidade excessiva. Se a quantidade de material feminino for pequena não se formarão muitos embriões, mas poderá se formar um embrião de qualidade diferente, pois o que é formado pelo calor do sêmen não é só uma certa quantidade, mas também uma certa qualidade.

Pelo mesmo princípio muitos embriões não são formados, embora a secreção seja muita, no animal grande que produz somente um jovem, pois neles também o material e aquilo que atua sobre

ele são limitados. Então eles não secretam mais material em tão grande quantidade pela razão previamente afirmada, secretando apenas o suficiente para apenas um embrião ser formado. Se, mesmo assim, for secretado muito material, então nascem gêmeos (ARISTÓTLES, G.A., IV, 722a 30-37).

Os monstros com partes duplicadas ou em maior número seriam um caso semelhante ao do nascimento de vários filhotes, porém originados de uma fusão de embriões ou divisão de um deles (como um rio que se divide em dois).

3 GALENO E A MISTURA DE SÊMENS

Galeno (130-200 D.C) foi um médico importante da Antiguidade que em algumas de suas obras discute a questão da formação dos seres e suas implicações¹⁶.

Segundo Galeno, o sangue menstrual não é a matéria principal e apropriada à formação do animal a qual ocorre da seguinte maneira:

Quando o líquido do sêmen, transportado pelo alento [pneuma] inato, cai nas túnicas dos úteros, ele lá se prende imediatamente, como um unguento, sendo ele próprio viscoso e entrando em contacto com corpos. Após isso são realizadas pela natureza muitas operações maravilhosas, no início da formação do animal, em um só momento de tempo: os úteros se contraem muito rapidamente em torno do sêmen, o colo [do útero] se fecha, sobretudo seu orifício interno, e o líquido que cobre as dobras dos úteros, em toda sua superfície interna, se torna uma túnica

¹⁶*De semine; De formatione e De usu partium.*

sutil e o alento [pneuma] bem protegido assim dentro dela, por todos os lados, não se evapora e inicia as transformações físicas, atraindo ao útero, através das artérias e veias que lá chegam, uma umidade sutil, assimilando-se aos líquidos nos quais foi trazido e lhe dando sua densidade e material (GALENO, L'utilità delle parti, p. 727).

Era discutido pelos médicos antigos, como vimos na segunda parte deste capítulo, a influência que exercia o lado do útero, bem como a influência do calor e do frio na determinação do sexo do embrião. Indivíduos mais quentes eram considerados mais perfeitos e indivíduos mais frios eram menos perfeitos. Porém, parece que o calor e o frio estavam relacionados com a atividade e não propriamente com a temperatura de uma forma direta. Assim, para Galeno:

A fêmea é menos perfeita do que o macho por uma só razão principal, porque é mais fria; de fato se é verdade que nos animais o quente é mais ativo, o que é mais frio será menos perfeito do que o mais quente (GALENO, L'utilità delle parti, p. 732).

Galeno explica que a utilidade das fêmeas serem mais frias é que não consomem todo o alimento que elaboram e por isso sobra alimento para o feto; já o macho, por ser mais quente, consome todo o alimento disponível. Ele também compara os órgãos sexuais da mulher com os do homem e conclui que são iguais, porém os da mulher são internos, enquanto que os do homem são externos:

Além disso, a fêmea deve certamente ter também os testículos [ovários] menores e mais imperfeitos e o sêmen neles gerado deve ser menos abundante e mais frio: essa também é uma consequência necessária do defeito de calor. Um

tal sêmen não poderia, portanto, ser adequado para gerar um animal ... Como o macho é mais quente, seus testículos são maiores. A formação do sêmen neles, que atinge o cume do cozimento, é o princípio ativo do animal (GALENO, L'utilità delle parti, p. 736).

Galeno, como Aristóteles, atribui a mudança de menos ou mais perfeito à desigualdade de calor e frio; assim o feto menos perfeito se torna fêmea e o mais perfeito, macho. Ele admite que a fêmea emite sêmen, porém este necessita do sêmen masculino para produzir outro ser, ou seja, há uma necessária mistura de sêmens na concepção:

Mas se fosse verdade que [a fêmea] não tem necessidade dele [do sêmen masculino], o que impede que a fêmea por si só, emitindo o sêmen dentro de si, leve à produção de um feto? No entanto, não se vê isso ocorrer. É claro, portanto, que o sêmen feminino tem sempre necessidade do masculino; ora, se tem necessidade dele, eles se misturam necessariamente e de ambos resulta um só movimento combinado (GALENO, L'utilità delle parti, p.736).

Nessa obra Galeno também se refere ao ovo da galinha, que sem o galo é imperfeito; porém não ocorre algo semelhante nos mamíferos porque são mais úmidos e o sêmen feminino é mais fraco.

Quanto à determinação do sexo, Galeno acredita que os fetos masculinos e femininos só se diferenciam depois de certo tempo e que o lado do útero e do testículo influenciam nesta determinação; pois os "testículos" masculinos e femininos do lado direito estão ligados à veias e artérias maiores; os do lado esquerdo à veias e artérias menores e que vão para os rins, portanto, ligados a um sangue impuro:

É claro portanto que o testículo esquerdo nos machos e o útero esquerdo nas mulheres recebem um sangue ainda impuro, rico em resíduos, líquido e seroso, e daí resulta que os órgãos que os recebem não são iguais aos outros em temperamento ...

Não te maravilhes, portanto, se o útero direito e o testículo do mesmo lado são muito mais quentes do que os esquerdos, não só pelo fato de que são nutridos de modo diferente, mas também porque são colocados em linha reta com o fígado. Além disso, se isso está demonstrado, e se admitirmos que o macho é mais quente do que a fêmea, não há nada de irracional no fato de que as partes direitas são aptas a gerar machos e as esquerdas, fêmeas (GALENO, L'utilità delle parti, p.739).

Assim sendo, para Galeno, se na puberdade o testículo direito do macho se desenvolver primeiro ele será um gerador de machos; se for o esquerdo, de fêmeas, porém isso também depende do lado do útero.

4 RESUMO

Pela primeira parte da análise pode-se constatar que para Aristóteles, o macho contribui com as mudanças, com o movimento, enquanto que a fêmea contribui com a matéria para a geração. Forma e matéria são rigorosamente distintos, sendo que a forma dá vida à matéria.

Aristóteles também constata que a maioria dos animais emitem um líquido, o qual ele relaciona com a geração. A natureza deste líquido é diferente entre machos e fêmeas: o primeiro ele chama de sêmen e o segundo de fluxo mensal. Ambos são resíduos de alimentos úteis do sangue, porém o sêmen é de uma forma mais pura que o fluxo

mensal. A prova mais evidente utilizada por Aristóteles é que animais grandes têm poucos filhos, pois necessitam de mais nutrientes para o consumo diário, enquanto que animais pequenos têm muitos filhos, pois podem dispensar mais nutrientes para a formação da prole. Outro argumento utilizado por Aristóteles é o fato da sensação de alívio ocorrida após o coito, pois juntamente com o sêmen podem se descarregar outras secreções que podem ser maléficas, daí também a sensação de exaustão após o ato, pois foram retirados nutrientes que serviram para o consumo normal daquele corpo.

Já, Hipócrates e Galeno, atribuem um sêmen à fêmea que se direciona do fluxo menstrual, e ambos, portanto, admitiam que os sêmens masculinos e femininos se misturavam para a concepção de um novo ser; pois para Galeno, se a fêmea sozinha não consegue formar um indivíduo é sinal de que há a necessidade da mistura de sêmens.

Hipócrates admitia a idéia de que o sêmen provém de todas as partes do corpo e que machos e fêmeas possuem tanto sementes masculinas como femininas. Para ele a sensação de exaustão experimentada após o coito é uma prova de que o sêmen provém do corpo todo.

Portanto a diferença entre Aristóteles e Hipócrates, quanto a procedência do sêmen, é que o primeiro admitia que o sêmen é um tipo de refinamento do sangue, e que portanto, vai para todo o corpo, pois o sangue é encontrado em toda a parte; já Hipócrates, admite o contrário, ou seja, que o sêmen vem de todas as partes do corpo, o que explica a semelhança entre a prole e seus pais.

Como foi colocado no texto, alguns argumentos são realmente fortes e podem enfraquecer a idéia da pangênese, mas Aristóteles não consegue derrubar por definitivo essa idéia, pois existem alguns contra-argumentos, que poderiam ter sido elaborados na época, que são tão fortes quantos os argumentos.

Aristóteles também tenta refutar a idéia de que existisse um pequeno ser já pronto na semente e as idéias que consideravam que o calor ou o frio alternavam o sexo do embrião, bem como o lado do qual saia o sêmen, ou seja, do testículo esquerdo ou direito. Pois Aristóteles considera que o macho tem o poder de contribuir com a forma que atuará sobre a matéria da fêmea, dando vida a esta. Se

este poder está enfraquecido pela escassez de calor, a matéria se transformará em seu oposto, pois tudo aquilo que perece se transforma em seu oposto. Sendo a fêmea o oposto do macho, formar-se-ia um embrião feminino. Isto revela que a condição perfeita é, para Aristóteles, a condição masculina: a condição feminina é gerada pela incapacidade do macho em produzir outro macho. Isto é um defeito da natureza, porém necessário. Outros defeitos são: a produção de partes múltiplas como dedos a mais, ou o hermafroditismo; a produção de prole diferente de ambos progenitores, e a produção de monstros.

Aristóteles coloca que a produção de partes múltiplas contrárias à natureza é gerada pela mesma causa que produz gêmeos, a saber, o excesso de material feminino.

Galeno também atribui à qualidade quente e frio maior ou menor perfeição, assim a fêmea é menos perfeita que o macho pois é mais fria, sendo isto uma condição necessária, pois ela é mais fria por não consumir todo o alimento disponível, restando assim alimento para o feto, já o macho consome todo o alimento o que o torna mais quente. Isso também implica em mais uma diferença entre machos e fêmeas; estas últimas possuem testículos (ovários) menores que os dos machos pois por escassez de calor geram menos sêmen, sendo este inferior ao do macho. Os testículos masculinos são maiores do que os femininos pois os machos, por serem mais quentes, produzem mais sêmen.

Podemos notar que existe muita semelhança com Aristóteles quando Galeno considera o macho mais perfeito que a fêmea por causa do calor, porém a principal diferença estaria na produção de um sêmen feminino que se misturaria ao sêmen masculino, enquanto Aristóteles atribui ao sêmen masculino o poder gerativo na concepção.

Quanto à determinação do sexo temos em Hipócrates a idéia de que a predominância de sementes masculinas ou femininas determinará o sexo e a semelhança do feto. Já Aristóteles atribui ao poder de "cozimento" do sêmen masculino a diferenciação do sexo, como foi colocada logo acima. Enquanto que Galeno atribui que o lado do testículo, tanto masculino como feminino, influencia no sexo, ou seja, se o sêmen proceder do testículo direito, forma-se-a um

macho, pois este testículo está ligado à veias e artérias maiores, além de estar em linha reta com o fígado, enquanto que o testículo esquerdo está ligado à veias e artérias menores que vão para os rins, portanto, estão ligados a um sangue mais impuro. Assim o mais perfeito que é o macho seria formado pelo lado direito, e o menos perfeito pelo lado esquerdo, pelas razões acima citadas.

Enfim, pelo que foi analisado, poderíamos afirmar que para Hipócrates o princípio de semelhanças está na vinda do sêmen de todas as partes do corpo e na predominância de uma ou de outra semente, enquanto que para Aristóteles, o princípio de semelhança está no arranjo das partes e não na vinda dessas partes de todo o corpo formando assim o sêmen. Este é a entidade material que carrega a alma que é a responsável pela semelhança. Assim sendo, a teoria da pangênese não resolve, para Aristóteles, o problema da semelhança.

CAPÍTULO 2: O SÊMEN E A GERAÇÃO NO SÉCULO XVI E A OBRA DE WILLIAM HARVEY.

...depositou nele a vida, que é o reflexo da morte. E sorriu o deus dos Deuses, e chorou, e sentiu um amor incomensurável e infinito e uniu o homem e a alma

Gibran

1 INTRODUÇÃO

Da Antiguidade ao Renascimento, é possível encontrar muitos autores que tratam sobre a reprodução e a hereditariedade, sem no entanto haver o surgimento de nenhuma abordagem totalmente nova. Por isso, este capítulo irá passar rapidamente sobre a Idade Média, concentrando-se depois nos trabalhos de Hieronymus Fabricius de Acquapendente (1533-1619) e, principalmente, William Harvey (1578-1657). Estes dois autores representam uma retomada do estudo experimental e são considerados os mais importantes desse período. Porém antes disso percorreremos certos aspectos interessantes sobre o tema acima referido, tentando resumir as idéias de alguns autores, para depois então, irmos ao objetivo proposto para este capítulo.

Apenas para termos um início, que não é o mais importante nem o primeiro, poderemos nos referir aqui a Santo Isidoro de Sevilha (560-636) que parece aceitar que o sêmen é derivado de uma mistura de comida e corpo. Ele escreveu em seu *Etymologiae* (entre 622 e 633 d. C) no livro XV, número 1:

A semente é aquela que uma vez expelida, é levada ou para a terra ou para o útero e então produz frutos ou feto. Pois há um líquido formado de uma mistura da comida e do corpo que se difunde através das veias e da medula ... é ejetado através do coito e recebido dentro do útero, é formado no corpo por um certo calor

dos órgãos internos e pela irrigação do sangue menstrual (ISIDORO DE SEVILHA apud ZIRKLE, 1946, p. 123).

Isidoro de Sevilha era apenas um "enciclopedista": estudava e discutia os autores anteriores, sem produzir nada de muito original.

A idéia de que o sêmen provém do alimento, assim como a idéia de que o feto era nutrido pelo sangue menstrual, como vimos, estava presente em Aristóteles, Isidoro de Sevilha acrescenta a idéia de que o sêmen não é apenas algo retirado do alimento mas também recebe alguma influência do corpo do pai - talvez algo semelhante à concepção de Hipócrates.

Os séculos seguintes foram iluminados pela ascendência intelectual árabe, tendo como centros culturais as cidades muçulmanas da Ásia, África e Espanha.

Os trabalhos dos estudiosos gregos foram traduzidos e estudados pelas escolas arábes. Entre os mais importantes no campo da História natural e medicina temos Humain ibn Ishaq (morto em 877), Rhazes (850 - 933), Haly ben Abbas (morto em 994), Avicena (980 - 1037), e Averroes (1126 - 1198) (HOWARD. In: FABRICIUS, The embryological treatise, p. 47).

Entre os acima citados, Avicena é um dos mais importantes. Em seu *Canon medicinae*, ele escreve sobre as causas do esperma:

O esperma é o supérfluo da quarta digestão, que ocorre quando o alimento é distribuído pelos membros ao exsudar das veias, já preenchidas pela terceira digestão, e quando está, pela quantidade de umidade, muito próximo da coagulação, da qual os sólidos membros são nutridos, especialmente as veias, artérias, e partes semelhantes. Em verdade, uma boa quantidade é encontrada (retida) nas veias (mas espalhadas por elas), à qual quantidade a quarta digestão já foi adicionada; e ali permanece para que as veias sejam nutridas por ele; ou então se

move para os membros homogêneos, que são nutridos além do ponto de uma alteração necessária. E, em verdade, na opinião de Galeno e dos médicos, há duas sementes, uma masculina e outra feminina com o mesmo nome de "esperma" não apenas por ser um nome comum, mas por uma "unissonância". Em cada um dos dois sêmens há poder de formação e (o poder de tornar a forma) também. Mas o sêmen masculino é o mais forte no começo da formação através do comando de Deus. E o sêmen feminino é mais abundante no que se refere ao poder de tomar forma (AVICENA apud ZIRKLE, 1946, p. 123-4).

Nota-se aqui uma versão mais rebuscada do que a de Aristóteles, sobre a transformação do alimento em sêmen; mas como Avicena está tentando descrever algo que não é observável, não adiciona nada de muito significativo.

O bizantino Michel Psellus (1018-1078) escreveu em seu *De omnifaria doctrina* (capítulo 83) que o sangue menstrual retia parte do sangue puro da massa total, mas que isto apenas serviria para preparar o útero para a concepção, e que o sêmen do macho forma as partes mais fortes compostas do corpo - ossos, nervos, artérias e semelhantes; mas as mulheres formam as partes mais fracas como o sangue e os vários tipos de bílis. Ou então todas essas partes são derivadas a ambos os sexos, exceto que o sêmen do macho domina, e o sêmen da fêmea tem menos força (PAPAVERO. *Introdução histórica à Biologia comparada com especial referência à biogeografia*, v. 2, p. 186).

O grande enciclopedista Vicent de Beavais, no *Speculum Naturae* (1244 - 1254), expressou várias opiniões contrárias sobre a origem do sêmen. Onde ora se atribuía ao sêmen masculino o poder de geração e ora se atribuía à mistura de sêmens femininos e masculinos (ZIRKLE, 1946, p. 124-5).

Embora Albertus Magnus (1200-1280) não fosse nenhum médico, ele ocupou um importante lugar na história da medicina medieval. Em seu *De Animalibus* ele apresenta uma explicação sobre a procriação

de gêmeos. Essa obra é uma das poucas obras latinas do século XIII que contém comentários dos trabalhos biológicos de Aristóteles.

Segundo Thijssen, no *De Animalibus*, Albertus coloca sumariamente sua própria teoria de gêmeos e faz comentários sobre a teoria de Aristóteles exposta na sua obra *Geração dos animais*¹:

Como Aristóteles, ele [Albertus] é da opinião de que a geração de gêmeos é causada pela abundância (*superfluitas*) e pela divisão (*divisio*) da matéria. Entretanto ele enumera, contrariamente a Aristóteles, as causas da divisão da matéria antes de remeter seus leitores para outra parte de seu trabalho, onde ele trata desse assunto mais completamente (THIJSSSEN, p. 241).

Em sua teoria de gêmeos, Albertus atribui um importante papel à divisão da matéria, ou melhor ainda à divisão do material gerativo (*materia generationis*). Para Albertus, esse material gerativo é uma mistura da contribuição da fêmea e do macho para a concepção. Essa mistura é também chamada de *sperma* por ele. Além disso o esperma do macho não é emitido em um fluxo contínuo, mas em impulsos sucessivos que diminuem em força, desta maneira o esperma alcança diferentes partes do útero. Os impulsos do esperma masculino são atribuídos às interrupções do espírito, pois esse tem que vir das diferentes partes do corpo e é necessário para a animação do embrião. Albertus tem também a idéia de que o espírito do sêmen pode se evaporar ao longo de sua rota (THIJSSSEN, p. 241-2).

Além do sêmen masculino, Albertus considerava que a fêmea também produzia um sêmen (*sperma muliens*) e que este também era enviado em sucessivas parcelas embora esse sêmen não tivesse nenhuma virtude formativa (DEMAITRE e TRAVILL apud THIJSSSEN, p. 242).

Assim, para Albertus Magnus a formação de gêmeos é devida à

¹ Um resumo dessas idéias está no primeiro capítulo, parte 5.

abundância e divisão de esperma no útero. O esperma por sua vez, é a matéria da qual a concepção é feita e é induzida pelos movimentos da fêmea durante o coito.

São Tomás de Aquino (1225 - 1274) tratou profusamente do problema da hereditariedade na *Summa Theologica*. Discutindo sobre a ressurreição dos mortos, no dia do Juízo Final, São Tomás discute a opinião de que todos ressurgirão com o sexo masculino:

obj. 1 - Todos chegaremos ao estado de varão perfeito. Logo, não haverá na ressurreição senão o sexo masculino...

obj. 3 - O que foi produzido ocasionalmente e fora da intenção da natureza não ressurgirá; porque todos os erros da natureza serão reparados. Ora, o sexo feminino não estava na intenção da natureza, produzindo como por deficiência da virtude formativa do esperma, que não pode dar ao ser concebido a forma viril. Donde o filósofo diz que a mulher é um homem ocasional (imperfeito). Logo, o sexo feminino não ressurgirá.

Mas, ao contrário, diz Agostinho, que Deus reconstituirá na ressurreição o que deu ao homem, ou seja, a mulher que foi feita da costela do homem, como narra a Escritura. Logo, na ressurreição, Deus reconstituirá o sexo feminino.

(réplica à objeção 3) Embora a geração da mulher esteja fora da intenção particular da natureza, está porém na sua intenção geral, que exige a dualidade dos sexos para a perfeição da espécie humana. Nem haverá na ressurreição nenhuma deficiência resultante dos sexos, como do sobredito se colige (TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, parte III, questão 81, artigo III).

Na mesma obra, São Tomás discute se o sêmen é produzido pelo

excesso de alimento:

obj. 1- Parece que o sêmen não é um alimento supérfluo, mas faz parte da substância do gerador.

Porque, diz Damasceno , que a geração é a obra da natureza, pela qual, da substância do gerador é produzido o gerado. Ora, o gerado o é do sêmen. Logo, este faz parte da substância do gerador.

obj. 2 - Além disso, o filho se assemelha ao pai, porque dele recebeu alguma coisa. Ora, se o sêmen, do qual o ser é gerado, é um alimento supérfluo, ele nada receberia do avô e dos predecessores, nos quais tal alimento não existia, de nenhum modo. Logo, não teria relações com o avô e os demais ancestrais, como não tem com os outros homens.

obj. 3 - Além disso, o gerador alimenta-se várias vezes da carne do boi, do porco, e de animais semelhantes. Se, pois, o sêmen fosse um alimento supérfluo, o homem gerado do sêmen teria maior afinidade com o boi e com o porco do que com o pai e os outros consangüíneos².

obj. 4 - Além disso, Agostinho diz, que estivemos em Adão, não só pelo princípio seminal, mas também pela substância do corpo. Ora, tal não se daria, se o sêmen fosse alimento supérfluo. Logo, não é tal. (TOMÁS DE AQUINO, Suma Teológica, parte I, questão 119, artigo II).

Ainda nessa mesma questão São Tomás conclui que o sêmen não é

² Veremos no próximo capítulo que essa é a idéia básica, desenvolvida por Buffon no século XVIII, em sua teoria de moléculas orgânicas, onde ele aceita que o sêmen é constituído de alimento supérfluo.

separado do todo real, mas do todo potencial, tendo, assim, a virtude de produzir todo o corpo. E o potencial, em relação ao todo, é o que é gerado do alimento, antes de se converter na substância dos membros; e daí é derivado o sêmen.

Paracelsus³ (1443-1551) entre outras coisas discute a origem do universo por meio de Deus que também criou o homem através de uma substância (limbus), porém ele é moldado e envolvido com suas complexidades dentro da matriz (útero), como o primeiro homem que foi criado no macrocosmo, a grande matriz.

Mais especificamente acerca da concepção Paracelsus aceita a idéia dos dois sêmens, masculino e feminino:

Quando a semente é recebida no útero, a natureza combina a semente do homem com a da mulher. Das duas sementes a melhor e a mais forte formará o outro de acordo com a sua natureza ... A semente do cérebro do homem e aquela do cérebro da mulher formam juntos um só cérebro; mas o cérebro da criança é formado de acordo com a semente mais forte, e ele [o cérebro da criança] se torna igual a essa semente, mas nunca completamente igual. Pois a segunda semente quebra a força da primeira, e isto sempre resulta em uma mudança da natureza ...

(PARACELSUS: in Selected writings, p. 27).

Para Paracelsus o homem e a mulher se completam em um único ser, daí a idéia da união de sementes vindas de ambos pais e de cada parte do corpo. Como vimos acima, ele tenta explicar porque o filho não se parece somente com um dos pais apenas, aceitando uma idéia de predominância do sêmen de cada parte do corpo. Continuando sua idéia temos:

³ Seu nome completo é Aureolus Philippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim. O apelido "Paracelsus", adotado por ele, indicava que ele se considerava aquele que ultrapassou Celsus - importante autor médico romano.

Quando as sementes de todos os membros se juntam na matriz, esta combina a semente da cabeça com a semente do cérebro, etc., colocando cada um em seu próprio lugar, e assim cada membro único é colocado onde ele pertence, como um carpinteiro que constrói uma casa de peças de madeira (PARACELSUS: in Selected writings, p.27).

O útero ou a matriz é, portanto, visto como um poder organizador ativo que vai estruturar o embrião. Logo após a fecundação, a mistura dos sêmens seria organizada como uma pequena miniatura do homem, que depois irá crescer e adquirir os tecidos adequados.

Segundo Paracelsus, após a concepção a natureza começa seu trabalho ordenando as sementes, cada uma ocupando seu lugar de acordo com sua natureza. Quando todas as coisas estão em seu lugar a matriz descansa e a natureza faz a criança crescer:

O que pertence à carne se desenvolve em carne, o que pertence aos ossos se desenvolve em ossos, o que pertence aos vasos sanguíneos se desenvolve em vasos sanguíneos, o que pertence aos órgãos internos, em órgãos internos. E assim a semente cessa de ser semente e se torna carne e sangue (PARACELSUS: in Selected writings, p.30).

Ainda no mesmo trecho Paracelsus coloca que Deus fez o homem através de dois outros e não de um, pois se o homem nascesse de um único indivíduo, ele não mudaria de natureza e haveria apenas um tipo de pessoa com a mesma natureza:

Mas a mistura das sementes do homem e da mulher resulta em uma mudança tão grande que nenhum indivíduo pode ser igual ao outro ... Cada semente individual quebra a unidade da outra, e é por isso que nenhum homem é igual ao outro (PARACELSUS: in Selected writings, p. 29).

Acerca da composição do sêmen Paracelsus nos oferece uma interessante descrição em sua obra *De generatione hominis*:

O sêmen, entretanto não é o esperma ou o fluido seminal visível do homem, mas sim um princípio semi material contido no esperma, ou aurea seminal [*aura seminalis*], para qual o esperma serve como veículo. O esperma físico é uma secreção dos órgãos físicos, mas a aurea seminal é um produto (ou emanção) do licor vital [*liquor vitae*] ... Esta emanção ou separação ocorre por um tipo de digestão, e por meio de um calor interno, que durante o tempo da virilidade pode ser produzido no homem pela proximidade da mulher, por ele pensar nela ou por seu contato com ela... Todos os órgãos do sistema humano, e todos seus poderes e atividades contribuem para a formação do sêmen; e a essência de tudo está contida no "licor vital" cuja quintessência é a *aura seminalis* e estes órgãos e as atividades fisiológicas no feto são reproduzidas ... O sêmen é por assim dizer a essência do corpo humano, contendo todos os seus órgãos em uma forma ideal (PARACELBUS apud ZIRKLE, 1946, p. 129-30).

Então, continua Paracelsus, o que o homem recebeu de seu pai ou de sua mãe? Será que ele possui somente o que lhe foi dado, ou Deus também lhe fornece aquilo que definirá suas ações e seu ser, ou seja, o que realmente está envolvido na concepção?

Quatro coisas tomam parte na concepção e no nascimento: corpo, imaginação, forma e influência. O "corpo" como ordenado no começo precisa tornar-se um corpo e nada mais. Pois é uma lei natural que o carvalho se origine do carvalho; é o mesmo verdadeiro para o corpo do

homem. A criança recebe sua razão da "imaginação" e seus objetos ... A terceira coisa, a "forma", leva a criança a se parecer com aquele de quem descende. E finalmente é a "influência" que determina a saúde ou a fraqueza do corpo ... (PARACELTUS: in Selected writings, p.31-2).

Paracelsus acreditava que a imaginação da mãe é tão forte que podia influenciar a semente e mudar o fruto em seu útero de diversas maneiras⁴.

2 FABRICIUS DE AQUAPENDENTE.

Fabricius (1533-1619) foi professor de anatomia em Pádua, tendo como discípulo, William Harvey. Ele escreveu dois tratados de embriologia: A formação do ovo e do frango e O formato do feto. O que nos interessa aqui é o primeiro trabalho que é dividido em duas partes, a primeira é devotada à formação do ovo e a segunda à geração do frango.

No começo do primeiro capítulo deste trabalho, Fabricius afirma que:

Os animais podem se originar de três modos: dos ovos, do sêmen e outros podem se originar da matéria putrefa; conseqüentemente, alguns animais são chamados de ovíparos, alguns são chamados de vivíparos, e outros que se originam da putrefação, como se por uma ação espontânea da Natureza (FABRICIUS, The embriological treatise, p.141).

⁴ Um interessante trabalho sobre este assunto pode ser encontrado em MC. CARTHEY, E. S. Acquired and transmitted characters in Greek lore of heredity, Papers Mich. Acad. Sci. Arts. & Letters, 7: 21-40, 1937.

Assim existem os ovíparos que se formam a partir dos ovos e os vivíparos que segundo Fabricius (e Galeno) se formam a partir da mistura de sêmens.

Fabricius prossegue discutindo a ação do útero e qual é o agente ou causa eficiente na produção dos ovos:

...no trabalho da natureza há a necessidade de um agente, de um instrumento e de material. Mas é bem sabido que no produto da arte o agente e seu instrumento estão separados, como o ferreiro e seu martelo, o pintor e seu pincel; mas no trabalho da natureza os dois estão combinados em um só (FABRICIUS, *The embryological treatise*: p. 176).

Como veremos mais adiante, Harvey concorda com esta opinião de seu mestre.

Assim, para Fabricius, o fígado é ao mesmo tempo o agente e o instrumento para o sangue, o estomago é o agente e o instrumento para a quilificação, e o mesmo para cada parte do corpo. Daí ser difícil distinguir a causa eficiente de seu agente.

Na geração do pinto somente um agente e um material serão necessários e a discussão precisa girar em torno disso. Aristóteles, coloca essas duas coisas, dizendo que o macho contribui com a forma e o princípio de movimento, e a fêmea com a substância ou material, e ele cita uma ação comparável a essas duas causas no caso do coalho do leite (FABRICIUS, *The embryological treatise*, p.176).

Dando prosseguimento a sua discussão, Fabricius coloca que não somente a geração do pinto ocorre no ovo, mas também o seu crescimento e sua nutrição, então há a necessidade de se investigar não somente o agente e o material, mas também o alimento do ovo.

Fabricius coloca a opinião de autoridades como Hipócrates e Aristóteles⁵:

Embora haja a opinião das mais conceituadas autoridades. Como nós vimos, não é certo que devessemos concluir delas qual é o material e o alimento do frango, ou seja, qual parte do ovo, a gema ou o albúmem é o material e qual é o alimento do próprio pinto, pois naturalmente ninguém diria que a casca e as membranas são material e alimento do pinto (FABRICIUS, *The embryological treatise*, p.178).

Acerca ainda do material do pinto, Fabricius afirma que aquele material do qual o frango é formado e engendrado precisa ser consumido, como ocorre na geração do frango que se completa:

Quando a semente de um animal é introduzida no útero, ou a semente de uma planta é colocada na terra, nós vemos que ela se transforma gradualmente em partículas do corpo, e as partes da semente não param de se transformar até que todas as partes do corpo estejam perfeitamente prontas (FABRICIUS, *The embryological treatise*, p. 181).

Como veremos mais adiante, Harvey concorda com Fabricius, quando afirma que o pinto é alimentado por aquilo que o engendra, havendo apenas a diferença de que o alimento é produzido pelo próprio pinto enquanto que aquilo que o engendra é produzido pelos pais.

Fabricius também tem dúvidas sobre o agente:

⁵ Hipócrates, Anaxágoras, Alcmeon, Menande e outros mantinham que o frango é engendrado pela gema e nutrido pelo albúmem. Já Aristóteles afirmava o contrário (FABRICIUS, *The embryological treatise*, p.177-8).

Está claro para todos que o agente é o sêmen do macho ou do galo, pois ... os ovos não fertilizados são estéreis porque foram privados do macho; porém, não se sabe o que é o sêmen, ou onde ele se encontra no ovo (FABRICIUS, *The embriological treatise*, p. 178).

Fabricius então pergunta por que o sêmen é introduzido no útero da fêmea se ele não aparece no ovo, e então como este pode se tornar fértil sem o sêmen:

Minha opinião é que quando o sêmen do galo é introduzido e lançado dentro da primeira parte do útero, ele torna fértil o útero todo, e também ao mesmo tempo todas as gemas que estão dentro dele, e finalmente o ovo todo (FABRICIUS, *The embriological treatise*, p. 190)⁶.

Fabricius acreditava que o sêmen do galo nunca entrava no ovo; pois de fato é impossível para ele fazer isso por causa do comprimento do útero, e quando o ovo chega a parte mais baixa e final do oviduto ele já está coberto por uma casca que serve de barreira. O sêmen do galo é estocado em um pequeno saco (bursa) conectado com o útero, de onde, por meio de sua virtude ou de sua faculdade espirituosa, confere fertilidade ao útero todo e ao ovo, justamente como os testículos parecem afetar o vigor do corpo todo, como ocorre em animais castrados (FABRICIUS, *The embriological treatise*, p. 190-92).

Esta interpretação não conflituava com a teoria de Aristóteles de que a fêmea fornece somente o material para a geração no caso dos ovíparos; mas para os vivíparos Fabricius parece adotar, pelo menos em parte, a interpretação (de Galeno, dizendo que neles o sêmen do macho serve tanto como material e causa eficiente:

Animais produzidos de um ovo diferem daqueles

⁶ Como veremos mais adiante Harvey também aceita esta idéia.

produzidos do sêmen no seguinte aspecto: Nos ovíparos o material do qual o pinto é formado é distinto e separado do agente; em vivíparos, entretanto, as causas eficiente e material estão unidas e incorporadas juntas. Pois o agente no ovíparo é o sêmen; na ave, é o sêmen do galo, embora ele nem esteja presente no ovo. Mas o material do qual o feto é moldado é a *chalaza*, e o agente é o sêmen estando, portanto, separados um do outro por uma considerável distância (FABRICIUS, *The embryological treatise*, p. 193).

Resumindo, poderíamos dizer o seguinte: Que para Fabricius no caso de aves, o sêmen é introduzido na parte inferior do útero feminino, é estocado em uma bolsa, e sua virtude fecundativa, que é espiritual, fecundará todos os ovos daquela fêmea durante aquela estação. Mas quando a estação termina a fecundidade desaparece, como se o sêmen do macho se evaporasse; isso é compartilhado tanto por Fabricius como por Aristóteles, como também a idéia de que a fêmea estaria somente contribuindo com a matéria. Como veremos a seguir, Harvey contesta essa idéia de valorização do sêmen masculino como agente eficiente da geração, baseando-se em argumentos do próprio Aristóteles e de seu mestre Fabricius e também em observações feitas em aves e ovos. Harvey tentará argumentar que ambos sexos são eficientes para a geração, tanto para ovíparos como para vivíparos.

3 WILLIAM HARVEY E A GERAÇÃO DOS ANIMAIS

William Harvey (1578-1657) é mais conhecido pelo seu trabalho relacionado com a circulação do sangue: *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, que data de 1628. Porém Harvey estudou também em detalhes como se desenvolve o ovo das aves, discutindo de modo específico, como se dá a geração dos animais. Em 1651, George Ent obteve os manuscritos sobre a geração

dos animais e publicou *Exercitationes de generatione animalium*, sendo este seu último trabalho o qual será aqui analisado.

Neste trabalho, Harvey compara suas idéias com as de Aristóteles e de Fabricius, algumas vezes concordando, outras criticando:

Eu escolhi Aristóteles, o mais eminente entre os filósofos antigos, e Fabricius de Aquapendente, um dos mais famosos anatomistas dos tempos modernos, como meus guias especiais e fontes de informação sobre a geração dos animais; quando eu vejo que não posso fazer uso de Aristóteles sobre um particular tópico, eu me volto para Fabricius (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 419).

Harvey utilizou-se do método de observação diária de um ovo e fazia desenhos sobre o que acontecia no curso de cada dia: quais são as primeiras partes a serem formadas; quais as subsequentes; qual a primeira matéria e qual a causa eficiente pela qual a geração se processa. Este processo de observação era semelhante ao que já havia sido feito por Fabricius e, antes, Hipócrates e Aristóteles. No entanto, Harvey julga necessário fazer observações diretas para esclarecer dúvidas e inconsistências entre os autores (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 364). Seguindo este raciocínio ele achava que poderíamos ter algumas informações sobre a formação vegetativa da alma e de sua própria natureza.

As razões que me levaram a escolher o ovo da galinha como medida de ovo em geral são: os ovos são de baixo preço e podem ser obtidos em qualquer lugar, condições que nos permitem repetir o estudo, e nos capacitam a testarmos de modo rápido e barato as afirmações feitas por outros (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 470).

Além disso Harvey indica que o estudo dos ovos pode dar informações muito gerais, porque, ao contrário de todos os seus antecessores, ele irá defender a idéia de que todos os animais (até os vivíparos e o homem) provêm de um tipo de ovo (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 338).

Harvey coloca que essas observações não podem ser feitas em todos os animais, primeiro porque são muitos os animais e alguns são tão pequenos que escapam aos poderes de visão, portanto ele selecionou os mais familiares e de bom tamanho. Entre os ovíparos ele selecionou os frangos, gansos e pombos; estudou ainda os sapos e serpentes, peixes, crustáceos e moluscos, e, entre os insetos, as abelhas, borboletas e bicho da seda; entre os vivíparos, as ovelhas, cachorros, gatos, cabras, cervos, bois, e por último o mais perfeito dos animais: o homem (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 336).

O primeiro "exercício" apresentado por Harvey é sobre a história do ovo da galinha, onde ele segue as idéias de seu mestre, Fabricius de Aquapendente; depois, no segundo exercício fala sobre a geração em geral, colocando que:

...Todos os vivíparos têm suas origens e se complementam no útero; mas os ovíparos têm seus começos dentro dos pais e se tornam ovos, e assim é fora de seus pais que eles são aperfeiçoados no estado fetal. Entretanto, existem ovíparos que retêm seus ovos até estarem maduros e perfeitos, como por exemplo, todos os animais que possuem penas, répteis e serpentes. Outros, liberam seus ovos em estágios imaturos e imperfeitos, e é fora do corpo dos pais que eles crescem e amadurecem (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 339).

Seguindo a colocação dos exercícios, temos no terceiro exercício uma descrição da anatomia geral de aves com detalhes para o aparelho reprodutor, principalmente o útero e as diferenças entre as idéias de Aristóteles e Fabricius. No exercício número 4 ele

descreve os infundíbulos que são uma parte do útero das aves que formam uma espécie de funil ou tubo que se estende até o ovário. No quinto exercício, descreve a porção externa do útero de uma ave comum, e assim vai descrevendo o abdomen das aves até o exercício número 9 onde comenta sobre a extrusão do ovo, ou parturação das aves em geral. Depois sobre o crescimento e nutrição do ovo, suas partes e diversidades.

É no décimo quinto exercício que ele começa a descrever sua primeira observação do ovo, ou o efeito do primeiro dia de incubação; e assim vai até o exercício 22 onde coloca a observação feita após o décimo quarto dia. Depois fala sobre a saída do ovo ou o nascimento do pinto.

O ovo, para Harvey é "uma concepção procedente do macho e da fêmea, igualmente dotado com as virtudes de um e de outro, constituindo uma unidade do qual um simples animal é engendrado" (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 384). Ele corresponde ainda às sementes dos vegetais e todas as suas qualidades, além disso:

... o ovo é um corpo natural dotado de virtudes animais, ou seja, princípios de movimentos e de repouso, de transmutação e conservação; é ainda mais, um corpo que sob condições favoráveis tem a capacidade de passar para uma forma animal... (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 384).

3.1 Sêmen masculino x sêmen feminino.

A idéia de que o sêmen estava envolvido na concepção de um novo ser era basicamente aceita desde a Antiguidade, porém o que gerou alguma controvérsia foi a aceitação de um sêmen feminino e o estabelecimento da importância deste sêmen. Alguns admitiam que somente o sêmen masculino era efetivo na concepção, outros atribuíam o principal papel ao fluido feminino:

Médicos, seguindo Galeno, ensinam que da mistura, pelo coito, do sêmen masculino e feminino produz-se uma prole, semelhante a um ou a outro, de acordo com a *predominância* de um ou de outro; e além disso em virtude dessa mesma predominância será ou macho ou fêmea. Algumas vezes eles declaram o sêmen masculino como a *causa eficiente*, e o sêmen feminino como suprimindo a matéria; e muitas vezes eles adotam precisamente a doutrina oposta (CHARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.331).

A idéia de que o sêmen masculino é a causa eficiente está bem clara na obra de Aristóteles, como podemos verificar no capítulo anterior. Aristóteles considerava que o princípio da geração vem do macho, e a fêmea somente contribui com a matéria, a massa. O macho dá forma à matéria. Já Galeno parece ter uma idéia diferente de Aristóteles, aceitando a equivalência de ambos os sexos na concepção do novo ser. Esta postura parece ter sido a de outros médicos da Antiguidade:

Os médicos mantêm com propriedade, em oposição a Aristóteles, que ambos sexos têm poder de atuar como causas eficientes na geração, visto que aquilo que está sendo engendrado é uma mistura dos dois que engendram: tanto as formas e aparências do corpo, como igualmente da espécie se misturam, como nós vemos no híbrido entre a perdiz e a galinha comum (CHARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.395).

Mais adiante veremos em detalhes a idéia de Harvey, que considera que ambos pais são necessários para a concepção, pelo menos no caso de aves e que, a matéria primária do ovo não consiste de sangue como Aristóteles afirmou, nem procede de alguma mistura de fluidos seminais masculinos e femininos (CHARVEY,

Anatomical exercise on the generation of animals, p.397).
Porém, antes disso veremos que Harvey critica algumas idéias:

3.1.1 Sobre o sêmen feminino.

Para Harvey a idéia de que as fêmeas produzem um tipo de sêmen e que a concepção se torna prolífica por meio da mistura das genituras, como muitos aceitavam, é criticada:

Sobre o fato de que fêmeas de animais inferiores e todas as mulheres, não experimentam nenhum tipo de emissão ou fluido, e que a concepção é impossível nesses casos, eu posso dizer que ... há um infinito número de exemplos de mulheres que embora tenham tido grande satisfação no coito, nunca emitiram nada e mesmo assim conceberam ... (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 386).

Além disso Harvey coloca que mesmo aquelas pessoas que admitiam que a fêmea produzisse algum sêmen, supunham que este seria despejado fora do útero. Então como algo que está fora do corpo poderia ser usado internamente?

No caso da galinha, que ele bem estudou, Harvey afirma que essa ave não emite nenhum tipo de sêmen durante o coito, estando inclusive destituída de um órgão especial para isso, como o testículo e o vaso espermático. Assim sendo não pode ocorrer nenhum tipo de mistura de sêmens, mesmo porque nada é encontrado no ovo ou no embrião que nos leve a supor que o sêmen masculino está lá contido ou misturado (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 395).

Eu considero como demonstrado que após o coito fértil, tanto entre os vivíparos como os ovíparos, não foi encontrado no útero, nenhum resquício de sêmen masculino ou feminino emitido no ato do coito, nada produzido por alguma mistura desses dois fluidos, como mantêm os

escritos médicos, nada de sangue menstrual presente como "matéria", como diz Aristóteles; ou seja, não há necessariamente nenhum traço de concepção que possa ser visto logo após a união frutífera dos sexos (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.479).

3.1.2 Sobre o esperma do macho.

Harvey critica a idéia de que o esperma do macho entre no útero da fêmea, pois pelo menos nos galos, nem ele nem Fabricius encontraram resquício deste líquido no útero; além disso, ambos também não encontraram pênis no galo:

É certo que o galo durante o coito emite sua "genitura", comumente chamado de sêmen, de suas partes sexuais, embora ele não tenha pênis, como eu mantenho; pois seus testículos e o seu amplo vaso deferente estão repletos deste líquido (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.401).

Além disso Harvey observou que a passagem de comunicação entre o lado externo do útero das galinhas com o lado interno (o que em outros animais é chamado de vagina ou vulva) é muito complicado e, embora já exista uma passagem pronta para que o ovo por ali passe, ele acha que seria muito difícil que um pênis pudesse ali penetrar, ou mesmo que o líquido espermático pudesse fazer seu caminho através dele:

Pois eu achei impossível introduzir ali uma sonda ou uma cerda; nem pode Fabricius passar alguma coisa do tipo, e ele diz que ele nem mesmo poderia inflar o útero com ar (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 347).

Além disso, como foi colocado acima, Harvey não encontrou nada

que se parecesse com sêmen no útero de fêmeas. Ele se baseou principalmente em seus estudos sobre a galinha e em dissecações feitas em corças. Esses animais são monogâmicos, formando apenas um casal em toda sua vida reprodutiva, que ocorre em meados de setembro e têm uma gestação que dura nove meses. Harvey fez repetidas dissecações em corças abatidas no mês de outubro, antes e depois da estação do cio. Ele afirma que nunca verificou nenhum sangue ou sêmen no útero desses animais. Em outros animais como o cachorro e o coelho também diz que não encontrou nada logo após o coito (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.478-9)

Assim, para Harvey, o macho não contribui com alguma matéria para o ovo, mas somente com aquilo que o torna fértil e o ajusta para poder engendrar um pinto, e esta faculdade é conferida por meio do sêmen emitido pelo macho (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.394).

Outra idéia que Harvey recusa, é a idéia colocada por Fabricius de que o sêmen do macho ficaria estocado em uma espécie de bolsa (*bursa*) durante um ano todo. Harvey afirma que esta estrutura não contém líquido seminal e que ela existe tanto no galo como na galinha (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.349).

Esta opinião nós já rejeitamos, pois esta cavidade é encontrada tanto no macho como na fêmea, e também porque nem lá nem em nenhum lugar mais na galinha, nós fomos capazes de descobrir algum tipo de sêmen estocado (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.403).

3.1.3 Sobre a idéia de Aristóteles

Como vimos ao longo do capítulo anterior, Aristóteles considera o macho um indivíduo mais perfeito que a fêmea, sendo capaz de confeccionar o material oferecido pela fêmea, produzindo assim um novo ser, ou seja, na concepção o macho confere a forma e o movimento à matéria oferecida pela fêmea.

Para Aristóteles a ação do sêmen no útero da fêmea, mais precisamente, sobre o sangue menstrual (catamenia), é uma ação do tipo de coagulação como ocorre no contato do coalho com o leite:

...esta ação é do mesmo tipo daquela que ocorre com o coalho sobre o leite, pois o coalho é um tipo de leite que contém calor vital, que atrai partículas em torno de si e as combina e coagula, sendo a mesma relação existente entre o sêmen e a catamenia; leite e catamenia são da mesma natureza (ARISTÓTELES, G.A., II, 4, 739 b 21-34).

Aristóteles considera que esse tipo de coagulação ocorre tanto para vivíparos como para ovíparos.

Harvey discorda de Aristóteles argumentando que a geração de um ovo é muito diferente, pois nenhum sêmen procede do macho durante o coito e entra no útero da galinha, nem ela excreta alguma matéria ou algum tipo de sangue em seu útero que possa ser moldado ou aperfeiçoado pela emissão da macho pois nada do tipo foi observado por ele durante seus estudos feitos nos úteros de aves e de outros animais como cadela, coelha e corça.

Harvey também acha que não há nada parecido com leite coalhado no interior do útero e que tanto o ovo fértil como o não fértil são engendrados e formados somente pela galinha, porém a fecundidade é fornecida pelo macho somente, como já vimos em citações anteriores.

Harvey ainda argumenta que pelo fato de se encontrar na natureza duas formas distintas, ou seja, macho e fêmea, não se pode estabelecer como lei que uma é agente conferindo a forma e a outra é passiva complementando a matéria, como sugere Aristóteles (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.392).

A fêmea não deve contribuir somente com a matéria, pois ela consegue produzir sozinha um ovo (estéril) que possui vida (vegetativa); além disso, a prole possui características de ambos progenitores. Assim, como explicar que um ovo seja engendrado sem o macho, como ocorre na produção de ovos estéreis? Pois mesmo esses ovos devem ser considerados vivos, embora imperfeitos. Por isso,

para Harvey, parece que a galinha ou a fêmea também podem contribuir com algo mais que a matéria. Este ponto de vista, segundo o próprio Harvey, parece ser sustentado por exemplos colocados por Aristóteles:

Aqueles animais que não são da mesma espécie, que copulam (animais com correspondente estações de calor e tempo de gestação e que não diferem muito em seus tamanhos), produzem seus primeiros jovens como eles próprios, mas participando das espécies de ambos pais; desta descrição temos como exemplo a prole da raposa com o cão, da perdiz com uma galinha comum, etc.: mas com o tempo resultam da diversidade, e a progênie desses diferentes pais adquire a forma da fêmea; do mesmo modo como as sementes estrangeiras mudam conforme a natureza do solo, que supre a matéria e o corpo da semente (ARISTÓTELES, G.A., II, 4, 738 b 27-37).

Com esse exemplo Harvey argumenta que tanto o macho como a fêmea podem ser vistos como causa eficiente, visto que no híbrido não aparece somente a forma masculina, mas uma forma comum com o princípio vital subordinado ao macho e à fêmea. Além disso, parece ser a fêmea doadora da causa eficiente, pois com o passar do tempo, diz o Filósofo, a progênie resultante de espécies diferentes assume a forma da fêmea, como se o sêmen ou qualquer outra influência do macho fossem perdendo o poder, como se as espécies que foram marcadas pelo macho fossem desaparecendo, sendo expulsas por uma causa mais poderosa e eficiente (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.392). Segundo Harvey o exemplo do solo confirma isto; onde sementes estrangeiras são mudadas de acordo com a natureza do solo; parecendo que a fêmea seja realmente mais atuante na geração que o macho, pois:

Em geral é admitido que a terra está na Natureza como fêmea ou como mãe, enquanto que o

clima, o sol e outras coisas do mesmo tipo estão referidas com o nome de gerador e pai (ARISTÓTELES, G.A., I, 2).

Harvey está tentando argumentar contra Aristóteles, usando as próprias citações do filósofo, afirmando que pelos mesmos argumentos usados para se considerar o macho como princípio eficiente na geração, poder-se-ia conferir à fêmea esta eficiência. Além disso, deve-se considerar que algumas fêmeas conseguem engendrar sem o envolvimento do macho, como é o caso da galinha que depositam ovos inférteis, porém o macho não consegue engendrar nada sem a intervenção da fêmea, no caso de aves pelo menos.

E embora Aristóteles diga claramente "que a concepção ou o ovo não recebe parte do corpo do macho, mas somente sua forma, espécie e princípio vital (*anima*), e da fêmea recebe somente seu corpo e suas dimensões", isso não é suficiente para aceitar que a fêmea, além da matéria, não contribua com a forma, espécie e princípio vital (*anima*). Isto de fato está óbvio na galinha que engendra ovos sem a participação do macho, do mesmo modo como as árvores e ervas, nas quais não há distinção de sexos, produzem suas sementes. Pois o próprio Aristóteles admite que mesmo um ovo infértil é dotado de um princípio vital (*anima*). Portanto, a fêmea precisa ser considerada como causa eficiente do ovo (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.392-93).

3.1.4 Sobre o lado do útero influenciando o sexo do embrião.

Como podemos observar no capítulo 1, parte 5, a discussão de que o lado do útero influencia a formação do sexo do embrião, é bem anterior a Harvey, e como vimos admitia-se que o lado direito, tanto do útero bem como qual dos testículos (direito ou esquerdo)

determinavam um macho, enquanto que o esquerdo uma fêmea. Harvey fornece uma opinião que se baseia em observações feitas a partir de dissecações e conclui o seguinte:

Machos e fêmeas são encontrados indiferentemente no lado direito e esquerdo do útero. Eu encontrei, entretanto, mais fêmeas no lado direito e machos no lado esquerdo... É certo, portanto, que o lado direito ou esquerdo não têm nenhuma virtude apropriada em conferir o sexo; nem é o útero ou a própria mãe o moldador do feto ... Assim como o pinto é formado e moldado no ovo por um agente inerente e interno, a forma do feto é produzida do ovo interino da corça e do veado (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.481).

Com as idéias colocadas até agora, Harvey conclui que não é o sêmen do macho que transmite diretamente ao ovo a vida (animal) e as características do pai, pois o sêmen não está presente dentro do ovo, nem tem contato direto com o ovo, não fornecendo matéria a ele.

3.2 As idéias relacionadas à concepção defendidas por Harvey

3.2.1. O ovo

Para Harvey todos os animais, mesmo os vivíparos e os insetos, nascem de "ovos", aquilo que os ovíparos suplementam através da incubação, os vivíparos o fazem por meio do útero:

Pois em todos os aspectos do desenvolvimeto, o embrião é produzido da concepção da mesma maneira e ordem que o pinto é produzido do ovo, com a única diferença que o que é requerido para a formação e crescimento do pinto , está

presente no ovo, enquanto que na concepção, o que é requerido para o embrião, deriva do útero da mãe ... Assim , todos os animais são engendrados de um primórdio oviforme; eu digo ovoforme, não tendo necessariamente uma configuração de ovo, mas a natureza e a constituição de um (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 471-2).

Para Harvey o embrião dentro do ovo pulsa com seu próprio sangue, formado de fluidos contidos no ovo, não emprestando nada da forma ou do sangue da mãe. Dessas observações, Harvey acredita que possa ser compreendido que mesmo o feto dos animais vivíparos, ainda contidos no útero, não se nutram do sangue da mãe e não vegetem através de seus espíritos, mas pulsem por seus próprios princípios vitais e poderes, e seu próprio sangue, como um pinto no ovo, pois este tem sua própria alma (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 396).

A discussão sobre qual tipo de alma o ovo possui já aparece em Aristóteles que parece insinuar que o ovo infértil possui uma alma vegetativa, sendo então perfeito como um vegetal e imperfeito como animal:

Os ovos inférteis, participam da geração tanto quanto é possível para eles. É impossível que eles se desenvolvam em um animal, pois isso requer o desenvolvimento de sentidos; mas a faculdade nutritiva da alma é possuída pelas fêmeas, bem como pelos machos, e de fato por todas as coisas vivas, e como já foi dito, um ovo é perfeito somente como embrião de uma planta (ARISTÓTELES, *G.A.*, III, 7).

Para Harvey o ovo fértil tem sua própria alma sensitiva, animal (em potência), além a da alma vegetativa (em ato) e desta alma sensitiva é produzido o animal e todas as suas partes (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 386). Assim

sendo, o ovo só se torna perfeito pela influência do macho, pois a fêmea (no caso a galinha) sozinha não pode produzir um filho, apenas um ovo infértil que é perfeito como um vegetal, mas que se torna prolífico com a interferência do macho:

O galo, como afirmado, é o princípio eficiente do ovo perfeito ou frutífero da galinha, e é a causa principal da geração: sem o macho nenhum pinto seria produzido de um ovo, e em muitos ovíparos nem mesmo um ovo seria produzido (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 401).

3.2.2 A influência do macho no corpo da fêmea.

Apesar de ambos progenitores serem necessários à geração, Harvey admite que o macho (ou o que ele emite durante o coito) pode influenciar tanto no corpo da própria fêmea como em outros ovos produzidos por ela:

Eu próprio posso afirmar, de minhas próprias observações, que o vigésimo ovo depositado pela galinha, depois da separação do galo, é prolífico. Então, de modo semelhante ao que nós bem conhecemos, que do sêmen dos peixes machos, que é derramado dentro da água, impregna uma grande massa de ovos, e nos cães, porcos, e outros animais onde um pequeno número de atos de coito é suficiente para a procriação de muitos filhotes ... assim, pode o galo, por poucos coitos, tornar fértil, não somente o ovo no útero, mas também todo o ovário, e como tem sido freqüentemente dito, a própria galinha (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 403).

Para ilustrar esse caso Harvey cita um fato colocado por Aristóteles (*História dos animais*, VI, 37) que afirma que na Pérsia

foram dissecadas ratas prenhes e que foi observado que a prole que estava contida no útero já estava impregnada, ou seja, os embriões femininos eram mães antes mesmo de terem nascido. Assim, Harvey argumenta que do mesmo modo pode ocorrer com os galos, que fertilizam não somente as galinhas, mas também os ovos que são produzidos por elas.⁷

Para Harvey a influência do macho "corrige" a deficiência do ovo estéril:

Entre animais onde os sexos são distintos, as substâncias são aranjadas de modo que a fêmea sozinha é inadequada para engendrar um embrião, nutri-lo e depois proteger o jovem, a natureza associou então o macho à fêmea, como sendo um progenitor superior e melhor, como um conserto do trabalho da fêmea suprindo suas deficiências; no caso da galinha, corrigindo através de seu contágio, a inferioridade o ovo infértil que a fêmea produziu e foi tornado fértil por meio do macho (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 424-425).

O efeito do macho sobre a fêmea, como colocado acima, é um tipo de contágio semelhante a outros efeitos como doenças e efeito do imã. No caso das doenças não se tinha o conhecimento do que causava tal dano, mas sabia-se que a doença passava de um corpo para outro:

... todos os animais que procriam por meio de um coito entre macho e fêmea parecem ser procriados por um tipo de contágio, do mesmo tipo observado pelos médicos nas doenças contagiosas tais como a lepra, praga, sífilis ... que por mero contato

⁷ Essa idéia é retomada por Darwin (século XIX), onde ele elabora uma teoria de herança, que tentará explicar entre outras coisas, como as modificações provocadas pelo macho, no corpo da fêmea, podem ser transmitidas às gerações seguintes.

externo excitam a doença similar em outros corpos (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 423).

No outro exemplo de como é esse efeito do macho sobre a fêmea, Harvey se refere ao imã:

A mulher depois do contato com o líquido espermático no coito, parece receber influências e, torna-se fecunda sem a cooperação de algum agente corporal, do mesmo modo que ocorre quando o ferro é tocado por um imã e é envolvido por seus poderes de atração de outros ferros (HARVEY, *The works of William Harvey*, p. 576).

3.2.3 Machos e fêmeas como instrumentos da natureza

Harvey assume (e diz que prova) que tanto o galo como a galinha são princípios necessários para o ovo; a galinha produzindo o ovo e o galo tornando-o fértil. Porém Harvey também observou que algumas espécies não necessitam do macho para engendrar, outras não necessitam da fêmea e outras ainda, surgem espontaneamente:

Nós vimos que em algumas espécies nenhum macho é necessário, mas somente as fêmeas que contêm rudimentos de ovos férteis em seu interior; em outras espécies, nenhuma fêmea é necessária, só se descobrindo machos que procriam e preservam seus tipos, emitindo alguma coisa no lodo ou na terra, ou mesmo na água. Em tais exemplos a natureza parece ter se contentado com um único sexo, que ela usou como instrumento adequado para a procriação.

Outras classes de animais têm um fluido gerativo casual e não apresentam distinção de sexo; a origem de tais animais é espontânea (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 400).

Para Harvey há, então, aqueles animais que nascem de fato, que são os vivíparos, e aqueles que nascem potencialmente que são os ovíparos (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.468) e ainda existem aqueles que são gerados espontaneamente, por ação direta dos céus:

Pois o sol, ou o céu, ou qualquer nome que seja usado para designar aquilo que é entendido como gerador comum ou pai de todas as coisas vivas, engendra algumas delas por acidente, sem nenhum instrumento ... e outros através da participação de um único indivíduo, como naqueles exemplos onde um animal é produzido de outro animal, que supre tanto a matéria como a forma ao ser que está sendo engendrado; de modo semelhante, na geração dos animais mais perfeitos, onde os princípios estão distinguidos, e os elementos seminais dos seres animados são divididos, uma nova criação não é efetuada salvo pela participação conjunta do macho e da fêmea, ou por dois instrumentos necessários. Nosso ovo de galinha é deste tipo (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.401).

Assim o Sol, por meio do homem, engendra outro homem, porém um mecanismo deste tipo necessita de operações, que podem ser feitas com as próprias mãos ou com a assistência de ferramentas. E quanto mais diversificadas forem as ferramentas requeridas pela arte, melhor e mais variado será o trabalho. Assim, mais uma vez, a arte estaria imitando a natureza, que também faz uso de uma certa variedade de forças e de instrumentos necessários à procriação de animais mais perfeitos, ou seja, aqueles animais que necessitam de macho e fêmea para serem engendrados são mais perfeitos que aqueles que são engendrados por apenas um que por sua vez são mais perfeitos que aqueles que surgem espontaneamente, e isto é para Harvey um fato natural.

Ainda acerca de instrumentos, Harvey associa os órgãos

apropriados à geração em cada sexo, como sendo instrumentos com respectivas funções; assim, todas as partes genitais da galinha estão adaptadas a receber e conter dentro delas; já as partes do galo estão calculadas a dar e emitir ou preparar aquilo que transfere a fecundidade para a fêmea, ele engendra em um outro e não em si próprio. E como já vimos anteriormente, apesar de haver essas distinções Harvey não conclui dessas diferenças que uma forma tenha que ser passiva e a outra ativa como coloca Aristóteles.

Harvey se utiliza de argumentos do próprio Aristóteles para ilustrar essa idéia de que macho e fêmea seriam instrumentos da natureza dizendo que a emissão do sêmen pelo macho é análoga ao trabalho do carpinteiro, onde nada é transferido dele para a madeira que ele está usando, nem alguma parte da habilidade do artista reside no trabalho quando fica pronto; mas é dada uma forma e uma aparência à madeira pela operação feita pelo carpinteiro. A alma é que origina a idéia da forma e a habilidade do artista imita essa idéia, movendo as mãos e outros membros, movimento esse que requer certas qualidades (CHARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.417).

Utilizando-se dessa analogia, Harvey coloca que as mãos e os instrumentos movem o material da mesma forma que a natureza do macho, que emite sêmen, usa aquele sêmen como um instrumento com uma ação que tem movimentos.

Para Harvey, ainda, macho e fêmea são vistos como instrumentos eficientes "servindo em todos os aspectos o Supremo Criador, ou Pai de todas as coisas" (CHARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.427). Todas as coisas, entretanto, crescem e florescem na primavera (quando, para Harvey, o Sol se aproxima; assim é dito que ele é o pai comum e produtor de todos os eventos, o mediador e o instrumento universal do Criador no trabalho da reprodução), tanto as plantas como os animais e aqueles que surgem espontaneamente.

Assim para Harvey, o galo e a galinha estão especialmente férteis na primavera; como se o Sol, ou o céu, ou a natureza, ou a alma do mundo ou do onipotente Deus, fosse a causa superior da geração e, portanto, mais divina que seus instrumentos.

Então Harvey conclui que o macho, embora seja considerado mais excelente e eficiente que a fêmea, não passa de um instrumento eficiente, e que ele, não menos que a fêmea, precisa atribuir suas faculdades ou fecundidades de engendramento como sendo dadas pela aproximação do Sol. E afirma que o homem não engendra a parte racional de sua alma, mas somente a faculdade vegetativa.

Harvey assume que existe uma causa eficiente na geração dos animais, pois existe um agente em cada concepção, e este agente é comunicado durante o coito e é envolvido com virtudes procedentes do céu, do Sol, ou do Supremo Criador, e como já vimos anteriormente, esse agente não é material.

3.2.4 O princípio vital

O princípio vital, que faz com que os pais engendrem um ovo, é semelhante aos elementos das estrelas:

Mas o sêmen, a concepção, e o ovo, são todos do mesmo tipo essencial, e aquilo que confere fertilidade neles é uma e do mesmo tipo, ou de igual natureza; e isto de fato é divino e análogo aos céus, possuidor de arte, inteligência e previsão (CHARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 393).

Esse princípio vital é o próprio calor inato, que segundo Harvey, reside no sangue. Este por sua vez é o primeiro que aparece no ovo (*punctum saliens*) a partir da cicatrícula:

Não há nada no corpo animal mais antigo e mais excelente que o sangue; nem se pode distinguir do sangue os espíritos que são considerados separados dele; pois o sangue sem calor ou espírito, não é sangue ... Nós, médicos de hoje, designamos por espírito, aquilo que Hipócrates chamava de *impetum faciens*, ou poder de movimento ... Admite-se tantos espíritos como quantas são as partes principais ou operações do

corpo, ou seja, animal, vital, natural, visual, auditiva, coizitiva, gerativa ... Mas o sangue é o primeiro produzido e é a parte principal do corpo, dotado de todas essas virtudes ... merecendo por isso o título de espírito (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 489).

Harvey admite que os espíritos estão em um estado de fluxo onde podem se dissipar e se corromper, mas eles não duram se não forem renovados por nutrientes. Assim sem o sangue os espíritos não podem se mover ou penetrar em qualquer lugar, como uma matéria distinta e independente. Sangue e espírito são inseparáveis como um lâmpada e o óleo que a alimenta. O sangue, conseqüentemente está adequado para ser instrumento da alma, visto que está presente em qualquer lugar.

Para Harvey o sangue fora das veias é composto de várias partículas que não possuem nenhuma virtude óbvia e são inanimadas, mas dentro do corpo é regenerativo e serve de instrumento imediato e principal da alma. Como também parece participar da natureza de outro e mais divino corpo, e é transferido pelo divino calor animal, obtendo assim excelentes poderes, sendo análogo ao fogo de Platão no sentido de movimento incessante, preservação e nutrição (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 492).

Assim o sangue é o primeiro a viver e o último a morrer, conseqüentemente ele é um elemento vivo do corpo que fornece além de nutrientes ao espírito, o calor vital.

E além disso merece o nome de espírito visto que é uma umidade radical, ao mesmo tempo o último e o mais próximo e o primário alimento, mais abundante que todas as outras partes, preparando e administrando a essas partes o mesmo nutriente com o qual é alimentado, sem parar, permeando o corpo todo, cuidando e tornando vivas as partes que ele tem, moldou e acrescentou a si próprio ... (HARVEY, *Anatomical exercise on the*

generation of animals, p.492-3).

Assim o sangue age com forças superiores às forças dos elementos e exerce sua influência através dessas forças ou virtudes, sendo o instrumento do grande criador, não sendo diferente da alma ou da própria vida (*anima*); todos os eventos são vistos como substâncias que agem na alma ou na vida, assim:

A alma não é nem totalmente corporal nem totalmente incorpórea; é derivada em parte de algo de fora e em parte de algo de dentro; de algum modo é parte do corpo, mas de outro é o começo e a causa de tudo que está contido no corpo animal, ou seja, nutrição, sentido e movimento e conseqüentemente da vida e da morte, pois cada coisa que é nutrida, é vivificada vice-versa ... Assim a alma e o sangue, ou o sangue com a alma, ou a alma com o sangue, realizam todas as ações no organismo animal (CHARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.493).

Portanto, a alma é a causa eficiente da geração e está intimamente ligada ao sangue. Este por sua vez, se origina de um líquido chamado de umidade radical ou primogênita.

A umidade radical é fluida e é a mais simples, estando presente potencialmente em todas as partes do corpo, mas não de fato. Assim parece que esta mistura é capaz de potencialmente assumir todas as formas, mas ela própria não tem forma.

Este fluido, ou algo análogo a ele, parece também ser o alimento último do qual Aristóteles ensinava que era feito o sêmen ou *genitura*, como ele o chama. Eu digo o alimento último, chamado de orvalho pelos árabes, com o qual todas as partes do corpo são banhadas e umidecidas (CHARVEY, *Anatomical exercise on the generation*

of animals, p.494).

Harvey parece concordar com Aristóteles quando este afirma que o sêmen é um tipo de "sobra" do sangue, ou seja, uma secreção que para Aristóteles significa sobra de nutriente útil (capítulo 1, parte 3.1). Assim Harvey cita Aristóteles, dando os argumentos deste filósofo que indicam a afirmação acima (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.495).

Então de igual modo o excremento do último nutriente, ou do que sobrou do glúten e do orvalho, é carregado para os órgãos genitais e lá depositado; e isto concorda com a produção de ovos pela galinha (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.495).

Então, como foi colocado anteriormente, este glúten ou orvalho, que é a umidade radical fluida, que potencialmente está em todas as partes parece ser para Harvey o formador do sangue. O último resíduo nutritivo deste fluido, forma, portanto, o sêmen, que transporta o espírito vital.

Assim sendo o animal é nutrido pela mesma matéria que é formado, e se desenvolve por aquilo que foi engendrado. Porém existe uma pequena diferença entre orvalho ou glúten e a umidade radical, pois um é anterior e outro é posterior, um é cozido e preparado pelos próprios pais e o outro pelo próprio embrião, ambos são alimentos próximos e imediatos dos animais, mas não no sentido de primeiro e segundo, mas como produto final. E esses fluidos passarão, por uma lei natural, para cada parte do corpo animal (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.494).

4 RESUMO

Neste trabalho, como pudemos notar, Harvey está mais preocupado com o desenvolvimento do pinto no ovo do que com as causas das semelhanças entre pais e filhos. Ele faz muitas críticas, principalmente a Aristóteles e a Fabricius, sem acrescentar muita coisa de novo para o conhecimento da época.

Quase toda crítica feita por Harvey baseia-se em suas experiências feitas com o ovo, com a galinha e outros animais como a corça. Assim, dissecando essas fêmeas em épocas diferentes, ou seja, antes e depois do cio, antes e depois do coito e acompanhando o desenvolvimento diário do ovo, Harvey afirma que nunca encontrou dentro do útero desses animais algo que se parecesse com sêmen, seja ele proveniente do macho ou produzido pela própria fêmea. Com essas observações Harvey tenta recusar a idéia aceita por Galeno e Fabricius de que os vivíparos se reproduziam por meio da mistura de sêmens e a idéia colocada por Aristóteles de que o efeito de sêmen masculino sobre o sangue menstrual era do tipo ocorrido entre o contato do coalho com o leite.

Além disso Harvey afirma que no caso do galo e da galinha existem impossibilidades anatômicas para que possa ocorrer uma mistura de sêmens, pois o galo não tem pênis para poder introduzir seu esperma dentro do útero da fêmea, cuja abertura é muito estreita o que impossibilita o sêmen de fazer seu percurso; e a fêmea não possui nenhum órgão para a produção de sêmen. Harvey também recusa a idéia de Fabricius de que o sêmen do macho ficaria estocado em um tipo de bolsa no corpo da fêmea (bursa), pois esta estrutura existia tanto no macho como na fêmea, e nunca se encontrou esperma em seu interior.

Harvey recusa a idéia defendida por Aristóteles de que a fêmea é aquela que contribui somente com a matéria, pois no caso da galinha a fêmea sozinha pode produzir um ovo, que embora infértil tem vida vegetativa, portanto, ela deve contribuir por meio de sua alma com algo mais que a matéria. Este ovo infértil quando estimulado pelo sêmen masculino se torna fértil e se desenvolve em

um animal. A fêmea também deve contribuir com algo mais que a matéria pois a prole possui características de ambos progenitores, além disso nos híbridos, que possuem características de ambos pais, com o passar do tempo as da mãe predominam.

Outra idéia aceita pelos antigos em geral e que é recusada por Harvey é a idéia de que o sexo é determinado pela posição do feto (ou ovo) no útero. Harvey fez várias dissecações e encontrou fêmeas e machos tanto no lado direito quanto no esquerdo.

Para Harvey tanto os ovíparos como os vivíparos nascem de "ovos", e este possui uma forma de vida própria, produzindo seu próprio alimento formado de fluidos contidos no ovo. além disso o ovo possui sua própria alma. Os ovos inférteis possuem uma alma vegetativa, já os ovos férteis possuem uma alma animal sensitiva além da vegetativa e eles só se tornam férteis por meio da influência do macho. Porém não é o sêmen do macho que transmite diretamente ao ovo a vida (animal) e as características do pai, pois o sêmen não está presente dentro do ovo, não fornece matéria ao ovo.

Apesar de considerar que ambos pais são necessários para a geração, Harvey admite que o macho não atua diretamente no ovo, mas influencia o corpo da fêmea e os outros ovos que irá formar. Assim a fêmea se torna capaz de gerar ovos férteis. Esse efeito do macho sobre a fêmea é um tipo de contágio, como o que ocorre nas doenças e no imã e esse contágio "corrige" a deficiência do ovo estéril. Assim tanto o galo como a galinha são princípios necessários para o ovo, a galinha produzindo o ovo e o galo tornando-o fértil.

Harvey também observou que algumas espécies não necessitam da fêmea, outras não necessitam do macho para engendrarem e outras ainda, surgem espontaneamente. Esses últimos são gerados pela ação direta dos céus ou do Sol que é o pai de todos os seres. Assim, para Harvey, machos e fêmeas são instrumentos do céu e seus órgãos sexuais são ferramentas para poderem executar suas operações, assim o sêmen do macho transporta o espírito vital e a fêmea, através de seus órgãos, gera o filho.

Harvey assume que existe uma causa eficiente na geração dos animais, pois existe um agente em cada concepção, e este agente é comunicado durante o coito e é envolvido com virtudes procedentes

do céu, do Sol, ou do Supremo Criador, e esse agente não é material, assim esse princípio vital, que faz com que os pais engendrem um filho é semelhante aos elementos das estrelas. Ele reside no sangue, que é o primeiro a surgir dentro do ovo a partir da cicatrícula, e é o próprio calor inato.

Apesar de questionar a opinião dos médicos antigos e de Aristóteles, Harvey não consegue resolver alguns problemas, como por exemplo:

1) Como o princípio vital do macho é transferido e "guardado" na fêmea?

Pois para Harvey, o sêmen que é o veículo do princípio vital, não é encontrado no útero das fêmeas e o princípio vital sozinho não pode ser transferido sem a semente. Além disso a galinha não pode ter dois princípios vitais, o dela própria e o do filho:

Pois em nenhuma parte da galinha se pode encontrar o sêmen; nem é possível que a galinha, após o coito, possuisse dois princípios vitais, ou seja, o seu próprio e o dos futuros ovos e pintos; pois "o princípio vital ou alma não pode estar senão na coisa da qual é a alma", e assim um ou mais espíritos vitais não poderiam estar ocultos na galinha, para depois servirem aos futuros ovos e pintos, à medida em que eles fossem produzidos (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.419).

2) A alma sensitiva dentro do ovo contém a alma da mãe, do pai, ou de ambos?

Parece conseqüentemente, que para um ovo há uma alma ou princípio vital. Mas é este da mãe, do pai ou uma mistura de ambos? E aqui as grandes dificuldades são ocasionadas por aqueles ovos que são produzidos pela concorrência de animais de diferentes espécies, como por exemplo, uma galinha comum e um faisão. Nesses casos é o

princípio vital do pai, da mãe ou uma mistura de ambos que se encontra no ovo? Mas como pode o princípio vital ser misturado, se o princípio vital (como forma) é ação e substância, o que está de acordo com Aristóteles? (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p. 386).

Portanto parece que nenhuma das alternativas é aceitável e a dúvida é mantida.

3) Outra questão não resolvida é sobre aquilo que produz as características de ambos pais, que para Harvey é uma mistura, embora seja uma só:

Se uma tal forma inteira, como uma mula, é a mistura de duas outras formas, um cavalo e um jumento, o cavalo não é suficiente para produzir esta forma de mula na matéria; mas, como a forma inteira está misturada, então outra causa eficiente está sendo contribuída pelo jumento, acrescentando àquela suprida pelo cavalo (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.395).

Assim, aquela causa que produziu uma mula, que é composta de duas coisas, é por sua vez também uma mistura, como ele próprio diz: "um adequado eficiente". Por exemplo, um homem e uma mulher geram uma criança não só da mesma espécie como também com as mesmas formas de músculo e esqueleto que constituem as formas humanas. Assim:

eu mantenho que a prole é de uma natureza mista, visto que aparece nela claramente uma mistura de ambos progenitores, na forma e nos contornos e em cada parte particular do corpo, na cor, nas marcas, na disposição à doenças e outros acidentes. Em manifestações, tais como maneiras,

docilidade, voz ... (HARVEY, *Anatomical exercise on the generation of animals*, p.425).

4) Então onde reside esta mistura sugerida por Harvey, uma vez que não é uma mistura de sêmens, e como ela passa aos ovos? Além disso como pensar em uma mistura de almas?

Harvey não consegue elucidar nenhum processo de transmissão de alma do macho para a fêmea, nem mesmo como poderia ocorrer uma "mistura" dessas almas para formar uma só, e ainda como seria a passagem para o ovo.

5) Como explicar que certas características (a maioria) dos filhos não são uma "média" dos pais? Além disso o que diferencia o sexo, pois se ambos progenitores contribuem para a geração deveríamos ter mais hermafroditas do que só macho ou só fêmea, mas o que se observa é que raramente se formam hermafroditas. E como explicar a predominância de fatores do macho ou da fêmea?

Todas essas questões não são respondidas no trabalho aqui analisado, portanto, parece que Harvey não contribui muito com a questão direta da hereditariedade: não esclarece qual a causa, ou como os filhos se parecem com os pais. Mesmo assim ele revê os antigos, como Aristóteles e Galeno, de uma forma crítica, recusando algumas idéias que eram aceitas se baseando principalmente em observações experimentais. Sua principal contribuição parece ter sido a recusa aristotélica da valorização do sêmen masculino na geração, atribuindo, assim à fêmea um papel igualmente importante na formação de outro ser. Pois para Harvey ambos pais são necessários para a geração, apesar de não elucidar como eles contribuem para tal fenômeno.

CAPÍTULO 3: AS IDÉIAS DE HERANÇA NO SÉCULO XVIII: BUFFON, MAUPERTUIS E BONNET.

Dizei que os animais são máquinas, assim como os relógios. Mas colocai uma máquina de cachorro e uma máquina de cadela uma perto da outra, e disto poderá resultar uma terceira máquina, enquanto que dois relógios ficarão um ao lado do outro durante toda a vida sem nunca produzirem um terceiro relógio.

Fontenelle

1 INTRODUÇÃO

A produção de um ser vivo, como vimos até agora, se faz pela geração, seja ela espontânea, seja ela dependente de progenitores. Este fenômeno de formação de um novo ser não constituía um acontecimento isolado, único, independente, pois articulava-se com Deus, com a alma, com o cosmos. Tanto para Aristóteles como para Harvey, o motor de todo o movimento em um corpo vivo residia, definitivamente, na alma.

Veremos neste capítulo como o problema da geração parece se desvincular dessa alma que sigilosamente dá o testemunho das intenções primeiras da Natureza, para captar os fenômenos e ligá-los por leis. E aqui podemos destacar a importante influência de René Descartes (1596-1650) cujo interesse se concentra mais no funcionamento da natureza e não em sua criação.

Para Descartes, as propriedades dos objetos só podem provir do arranjo da matéria. É o sangue e seus espíritos movidos pelo calor do fogo que arde continuamente em seu coração e cuja natureza não é diferente dos outros fogos que existem nos corpos inanimados. Em sua obra *La description du corps humain* de 1648, Descartes apresenta sua concepção do homem-máquina e procura explicar o processo de geração do feto, porém não discute a origem do sêmen, nem a hereditariedade, nem a determinação do sexo.

No contexto da idéia de homem-máquina o mecanicismo aplica-se a

todos os aspectos da fisiologia. Não somente aos movimentos, mas também à recepção das luzes, dos sons, dos odores, dos gostos, do calor, à impressão das idéias, à retenção delas na memória, aos movimentos interiores dos apetites e das paixões:

... quando procuramos conhecer mais distintamente nossa natureza, podemos ver que nossa alma, por ser uma substância distinta do corpo, só nos é conhecida apenas pelo pensamento, ou seja, porque ela compreende, ela deseja, ela imagina, ela se lembra e ela sente, pois todas essas funções são espécies de pensamento. E, como as outras funções que alguns lhe atribuem, como o mover o coração e as artérias, digerir as carnes no estômago, e outras semelhantes, que não contêm nenhum pensamento, não são mais do que movimentos corporais, e é mais comum que um corpo seja movido por outro corpo do que ser movido por uma alma, temos menos razão de atribuí-los [aos movimentos] a ela [à alma] do que a ele [ao corpo] (DESCARTES, *La description du corps humain*, p. 225).

Para Descartes, se fosse mais estudada a natureza de nosso corpo, e não se atribuisse à alma as funções que apenas dependem dele e da disposição dos seus órgãos, poderíamos encontrar muitos preceitos para curar as doenças ou mesmo para preveni-las, não considerando portanto, a alma como o princípio de tudo:

Mas como todos sentimos, desde nossa infância, que vários de seus movimentos obedeciam à vontade, que é um dos poderes da alma, isso nos dispôs a acreditar que a alma é o princípio de tudo. Muito contribuiu também a isso a ignorância da Anatomia e das Máquinas: pois não vendo senão o exterior do corpo humano, não

imaginamos que existissem nele tantos órgãos ou molas, para que ele se movesse por si próprio, de todas as diferentes formas pelas quais ele se move. E esse erro foi confirmado por havermos julgado que os corpos mortos tivessem os mesmos órgãos que os vivos, sem que lhes faltasse outra coisa além da alma, não havendo no entanto neles nenhum movimento (DESCARTES, *La description du corps humain*, p. 223-4).

Para Descartes a grande mola e o princípio de todos os movimentos que existem na máquina-homem é o calor que ele possui no coração; as veias são tubos que conduzem o sangue de todas as partes do corpo para esse coração, onde ele serve de alimento ao calor que aí está, como também o estômago e os intestinos fazem um outro grande tubo por onde os sucos das carnes correm para as veias, que o levam diretamente ao coração. E as artérias são ainda outros tubos, por onde o sangue, aquecido e rarefeito no coração, passa daí para todas as outras partes do corpo, às quais leva o calor e a matéria para se nutrirem:

Enfim, as partes desse sangue mais agitadas e mais vivas, sendo levadas ao cérebro pelas artérias que vêm do coração em linha mais reta do que todas as outras, compõem um tipo de ar, ou um vento muito sutil, que se chama de *Espíritos animais*; os quais, dilatando o cérebro, o tornam próprio a receber as impressões dos objetos exteriores, e também os da alma, ou seja, a ser o órgão, ou sede, do *Sentido comum*, da *Imaginação* e da *Memória*. Pois esse mesmo ar, ou esses mesmos espíritos, correm do cérebro pelos nervos para todos os músculos, por meio do que dispõem esses nervos a servir de órgãos aos sentidos exteriores; e inflando de diferentes modos os músculos, dão movimento a todos os membros (DESCARTES, *La description du*

corps humain, p. 226-7).

Acerca da origem do sêmen, parece que Descartes não especula muito, porém ele considerava que a semente¹ de uma planta por ser dura e sólida, já tinha suas partes arranjadas e situadas de tal modo que não poderiam ser mudadas sem que isso a tornasse inútil, mas o mesmo não ocorre com os animais, pois:

... sendo muito fluida, e produzida ordinariamente pela conjunção dos dois sexos, parece ser apenas uma mistura confusa de dois líquidos, que, servindo de fermento um para o outro, se aquecem de modo que algumas de suas partículas, adquirindo a mesma agitação que tem o fogo, se dilatam, e empurram as outras, e desse modo as colocam pouco a pouco do modo que se exige para formar os membros (DESCARTES, La description du corps humain, p. 253).

Parece, portanto, que Descartes admite que ambos progenitores produzam um líquido gerativo e, que esses líquidos não precisam ser muito diferentes para isso:

Pois, assim como se vê que a velha massa [de pão] faz inflar a nova, e como a espuma lançada pela cerveja é suficiente para servir de fermento para a outra cerveja: assim é também fácil de crer que as sementes dos dois sexos, misturando-se juntas, servem de fermento uma para a outra (DESCARTES, La description du corps humain, p. 253).

Descartes crê que a primeira coisa que acontece nessa mistura da semente, e que faz que todas as gotas deixem de ser semelhantes,

¹ A palavra "semente" é usada tanto com o significado de semente de um vegetal como com o significado de "sêmen".

é que o calor que aí surge, e que aí agita da mesma forma que nos vinhos novos quando eles borbulham, faz com que algumas de suas partículas se reúnam em algum lugar do espaço que as contém e que lá, dilatando-se, apertem as outras que as cercam; e isso começa a se formar o coração e assim, por afastamento e nova reunião, vão formando os outros órgãos:

Depois, já que essas pequenas partes assim dilatadas tendem a continuar os seus movimentos em linha reta, e como o coração que começa a se formar lhes apresenta resistência, elas se afastam daí um pouco, e tomam uma direção para o lugar onde se forma logo a base do cérebro, e desse modo entram no lugar de algumas outras, que circulam por sua vez para o coração; onde, depois do pouco tempo que lhes é necessário para se reunir, elas se dilatam, afastando-se dele, seguindo o mesmo caminho das que as precederam; o que faz com que algumas dessas precedentes, encontrando-se ainda nesse lugar, e também algumas outras que aí vieram de outras partes, vão para o coração, no lugar daquelas que lá saíram nesse tempo, onde, sendo igualmente dilatadas, saem. E é essa dilatação, que se faz repetidamente, que constitui o batimento do coração, ou o pulso (DESCARTES, *La description du corps humain*, p. 254).

Parece que para Descartes apenas com o conhecimento de como são constituídas cada parte da semente poderíamos deduzir por razões matemáticas como seriam as formas dos membros do indivíduo que se desenvolveria daquela semente, como reciprocamente, conhecendo muitas peculiaridades dessa conformação, pode-se deduzir qual é a semente (DESCARTES, *La description du corps humain*, p. 277).

Embora a problemática colocada por Descartes tenha questionado o papel da alma no corpo animal, ela não esclarecia uma questão

anterior: O que é o sêmen? Podemos dizer que a principal influência de seu trabalho foi separar a fisiologia da alma e procurar atribuir todos os fenômenos à causas físicas, de tipo mecânico; mas não esclareceu os detalhes desse funcionamento dos seres vivos de modo satisfatório.

1.1 O século XVIII

O século XVIII viu numerosos debates sobre a natureza do sêmen, e mais uma vez, o debate se centrava em como era ou qual era a contribuição de cada semente (masculina e feminina) para a geração, ou seja, como ocorria a reprodução.

Duas importantes descobertas permearam as discussões nesse século: a) Após muita dissecação verificou-se nos "testículos" das fêmeas (ovários) vivíparas, pequenas massas repletas de um líquido semelhante à clara do ovo e que amarelece depois da cópula, e essa pequena massa foi relacionada aos ovos. Portanto, no final do século XVII passou a se considerar que todas as fêmeas possuíam ovos (JACOB, F., *A lógica da vida*, p. 62). b) Quanto à semente masculina, o microscópio revelou que no sêmen existiam "vermes" que se moviam e nadavam em todos os sentidos: os espermatozóides.

A essas descobertas se seguiram duas escolas de pensamento: Uma que acreditava que o espermatozóide continha dentro dele um embrião, um pequeno animal, que era capaz de se desenvolver em um ser humano completo. Os opositores desta visão, acreditavam que o embrião existia nos ovos, que necessitavam somente do estímulo do sêmen masculino para crescerem e se desenvolverem. Assim, a contribuição material da fêmea para a prole não era meramente o líquido menstrual, mas sim uma complicada estrutura sólida (ZIRKLE, 1946, p. 139). Essa visão era uma continuação das idéias de Harvey.

A principal questão que se coloca então, a respeito da geração, é a já conhecida dúvida: Qual das duas sementes, a masculina ou a feminina, contém o germe?

Assim, naturalmente existiam duas escolas, aqueles que consideravam que o germe estava no ovo e aqueles que afirmavam que o germe estava no espermatozóide. Porém ambas escolas admitiam que

no germe já existia um pequeno ser pré-formado, (preformismo) o que era contrário à idéia de que após a concepção, seja ela influenciada pelo macho ou pela fêmea, ou ainda por uma mistura de líquidos seminais de ambos, ocorreria um desenvolvimento gradual até a formação de um ser completo (epigênese).

Na disputa para atribuir ao ovo ou ao espermatozóide o primeiro papel na geração, a descoberta feita por Charles Bonnet sobre a partenogênese teve importante contribuição.

Outros estudiosos também especularam sobre a formação de seres semelhantes, atribuindo à alimentação um papel importante na geração, como fez Buffon, ou ainda atribuindo à forças atrativas e repulsivas o comando da reprodução, como tenta esclarecer Maupertuis. Portanto, a seguir apresentaremos as principais idéias desses naturalistas referentes à geração e à herança.

2 PIERRE-LOUIS MOREAU de MAUPERTUIS

Maupertuis (1698-1759) embora tivesse sido astrônomo e matemático, especulou sobre as idéias de geração, idéias essas que podem ser encontradas em sua obra *Vénus Physique* (1744), onde admite que o corpo todo contribui com a função do sêmen e que há uma mistura das sementes de ambos progenitores para a formação do feto.

Logo no início da obra *Vénus Physique* Maupertuis recapitula a crença dos antigos sobre a geração, citando Aristóteles e sua idéia de forma e matéria. Cita também a noção de mistura de líquidos seminais.

No capítulo III ele coloca que, com as novas descobertas anatômicas do sistema reprodutivo, da formação dos ovos, do ovário etc., a explicação da mistura de dois líquidos parecia não satisfazer mais aos médicos como motivo para a formação do feto. Então ele irá descrever o sistema dos ovos, o sistema dos animais espermáticos e o sistema misto, colocando as observações favoráveis e contrárias. Somente depois irá colocar sua própria idéia a respeito da geração. Como veremos, ele recusa o preformismo tanto

no ovo como no espermatozóide, critica Harvey em alguns aspectos e aceita a idéia de mistura de sêmens.

2.1 Sistema de ovos que contém o feto

Maupertuis descreve o sistema "ovista", dizendo que os exemplos oferecidos pela natureza fazem-nos pensar que os fetos estariam contidos e já formados dentro de cada um dos ovos. Sendo assim, todo o processo de geração recairia sobre as fêmeas. Os ovos destinados a produzir os machos não conteriam nada mais que as almas dos machos. Os ovos que originarão uma fêmea, não contêm somente aquela fêmea, mas também seus ovários, que conterão por sua vez outras fêmeas. Entretanto mesmo que todos os homens já estejam formados dentro dos ovos da mãe, eles estão sem vida, como se fossem uma estátua dentro da outra:

Para transformar essas pequenas estátuas em homens, é preciso que alguma matéria, algum espírito ténue penetre dentro de seus membros dando-lhes movimento. Esse espírito é fornecido pelo macho e está contido dentro daquele líquido que é distribuído com tanto prazer (MAUPERTUIS, *Vénus Physique*, p.83).

Segundo essa hipótese, esse líquido seminal entra na abertura do útero da fêmea que se prepara para recebê-lo e daí, apenas sua parte mais espiritual é que se eleva até as trompas chegando ao ovário, penetrando então no ovo que irá fecundar. Ele descreve alguns problemas dessa explicação que estão relacionados com a anatomia, ou seja: se a maior parte deste líquido que é derramado dentro do corpo da fêmea retorna, aparentemente a entrada do sêmen não seria necessária, já que apenas com um derramamento do líquido masculino nas bordas da vagina já pode haver fecundação. Os médicos de sua época aceitavam que não é necessário que a semente do macho entre na matriz da fêmea para fecundá-la, pois foram feitas inúmeras dissecações, após o coito e nada se encontrou que fosse

parecido com tal líquido. Contudo, Maupertuis enfatiza que não se pode negar que este líquido entre às vezes no interior da fêmea:

A experiência de Verheten que prova que algumas vezes a semente do macho entra no útero, é quase uma prova de que ela aí entra sempre, mas que raramente aí permanece em quantidade tão grande que possa ser observada.

Harvey somente poderia observar uma quantidade sensível de sêmen; e por não ter encontrado no útero semente em tal quantidade, isso não permite assegurar que não houvesse algumas gotas espalhadas sobre uma membrana já toda úmida. Mesmo se a maior parte da semente tivesse saído logo do útero, mesmo se lá entrasse apenas um pouco, esse líquido misturado com o que é emitido pela fêmea é talvez mais do que o necessário para dar origem ao feto (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 118).

Maupertuis discute no capítulo XVI as idéias de Harvey. Ele se opõe às observações deste último, que nunca havia observado sêmen masculino no útero das corças, alegando que havia já passado um certo tempo entre o coito e a observação e que, por isso, a maior parte do sêmen poderia ter saído ou sido absorvido pelo útero, ficando difícil sua observação. E apesar de serem poucos os exemplos como o citado acima, um só caso já pode provar que o sêmen masculino pode conseguir entrar dentro do útero onde ocorreria a mistura entre as sementes masculinas e femininas; e os vários casos onde não se consegue encontrar o líquido seminal dentro do corpo da fêmea, não provam que os líquidos seminais não entrem na matriz.

Ainda acerca do líquido seminal, Maupertuis coloca que os defensores do ovismo aceitavam que este líquido chegava ao ovo por meio do sangue, aí então o espírito seminal colocaria em movimento as partes do pequeno feto, que já estaria todo formado dentro do ovo; este então se destacaria do ovário e cairia dentro da cavidade da trompa, chegando assim ao útero:

Isso que pretensamente se diz que a semente não entra na matriz, faz nos crer que o líquido seminal vertido dentro da vagina, ou somente derramado sobre suas bordas, se insinue dentro dos vasos cujos pequenos orifícios os receberão e os distribuirão dentro das veias da fêmea. Em breve o líquido se misturaria dentro de toda a massa do sangue, até que a sua circulação o levaria até o ovário; então, o ovo não estaria fecundado enquanto todo o sangue da fêmea, por assim dizer, não estivesse fecundado (MAUPERTUIS, *Vénus Physique*, p.84-5).

2.2 Sistema dos animais espermáticos

Maupertuis descreve maravilhado a observação feita por um médico (Hartsoeker) sobre o líquido espermático:

Mas que espetáculo maravilhoso quando ele descobriu nos animais vivos uma gota que era um oceano onde navegavam uma multitude inumerável de pequenos peixes em mil direções diferentes ... Eis pois toda a fecundidade que tinha sido atribuída às fêmeas, devolvida ao macho. Esse pequeno verme que nada dentro do líquido seminal, contém uma infinidade de gerações de pai em pai (MAUPERTUIS, *Vénus Physique*, p.86).

Ele se espanta com a quantidade enorme de pequenos vermes que nadam no líquido espermático, sendo que apenas um chegará a se desenvolver, pois, como assinala Maupertuis, raramente a fêmea dará luz a duas crianças e quase nunca a três².

² Maupertuis está apresentando aqui a hipótese preformista em que dentro de um só espermatozóide já existe o animal inteiro e, portanto, cada espermatozóide dará um filhote, se ele se desenvolver. Como veremos mais adiante, Darwin recusa essa idéia,

Desta multidude prodigiosa de pequenos animais que nadam dentro do líquido seminal, apenas um chegará à humanidade: raramente a fêmea, quando "bem engravidada" dará a luz a duas crianças, quase nunca a três. E ainda que as fêmeas de outros animais portem um grande número de crias, este número não é quase nada em comparação com a multidão de animais que nadam dentro do líquido que o macho espalha. Que destruição, que inutilidade (MAUPERTUIS, *Vénus Physique*, p.88).

Maupertuis descreve as observações feitas por médicos de sua época referentes a esses pequenos animais encontrados no líquido seminal. Ele diz que são dotados de grande movimento e que quando jovens se assemelham à rãs (o que chamamos de girino), além disso são capazes de sobreviver quando o líquido onde estão imersos seca.

Apesar de nessa época já se admitir a existência desses pequenos animais (espermatozóides), era ainda muito discutido quantos espermatozóides eram necessários para a fecundação do ovo. Uns achavam que apenas um desses animais era suficiente, como parece ser a opinião exposta por Maupertuis, outros pensavam que quanto mais espermatozóides entrassem no óvulo, melhor seria o resultado da fecundação.

O que Maupertuis está tentando fazer nestas seções de sua obra é apresentar idéias aceitas e criticá-las, pois como foi colocado na introdução deste capítulo, existiam duas correntes preformistas, uma que admitia que o feto estivesse preformado dentro da semente feminina (óvulo) e outra que afirmava que o espermatozóide (ou semente masculina) continha o embrião em miniatura. Mas Maupertuis acredita que ambas essas hipóteses devem ser abandonadas pois:

Não se vê nenhuma vantagem nem simplicidade maior em crer que os animais, antes da geração,

afirmando que vários espermatozóides podem fecundar um mesmo óvulo e que quanto maior o número de espermatozóides ou grãos de pólen melhor e mais produtiva será a prole.

estavam já formados uns dentro dos outros, ao invés de pensar que se formam em cada geração; pois o fundo da coisa, a formação do animal, permanece para nós igualmente inexplicável: razões muito fortes nos mostram que cada sexo contribui igualmente [para a formação do animal]. O filho nasce às vezes com os traços do pai, às vezes com os da mãe; nasce com seus defeitos e suas habilidades, e parece adquirir deles até suas inclinações e qualidades de espírito. Embora essas semelhanças não se observem sempre, elas são observadas muito freqüentemente para que se possa atribuí-las a um efeito do acaso; e, sem dúvida, ocorrem mais freqüentemente do que podemos observar (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 110).

O que Maupertuis está tentando esclarecer é que o preformismo não explica como os filhos se parecem tanto com o pai como com a mãe, ou seja:

Se os animais de uma espécie estivessem já formados e contidos em um só pai ou uma só mãe, seja sob a forma de vermes [espermatozoides, ou "vermes espermáticos"], seja sob a forma de ovos, observaríamos essas mudanças de aparência? Se o feto fosse o verme que nada no líquido seminal do pai, por que ele [o filho] se assemelharia às vezes à mãe? Se fosse apenas o ovo da mãe, o que sua forma teria de comum com a do pai? O pequeno cavalo, já formado no ovo da égua, poderia adquirir as orelhas do burro, porque um burro colocou em movimento as partes do ovo?

Poder-se-ia crer ou imaginar que o verme espermático, por ter sido nutrido pela mãe, adquirirá seus traços e semelhança? Isso seria

muito mais ridículo do que acreditar que os animais devessem se assemelhar aos alimentos de que se nutrem ou aos lugares em que moram (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 111).

Quanto a este último aspecto referido na citação acima, Maupertuis discute no capítulo XV, a crença na influência das mães nos fetos e nega a possibilidade de que desejos, sustos, etc. das mães possam afetar a forma das crianças.

Segundo Zirkle, no *Système de la nature* (1751), Maupertuis rejeita definitivamente o preformismo a favor de uma idéia de pangênese. Ele cita o exemplo de uma família alemã que tinha seis dedos na mão e que esta característica podia ser transmitida tanto pelos machos como pelas fêmeas, sustentando que nem os ovistas nem os espermacistas poderiam estar certos:

Os elementos adaptados para formar o feto flutuam na semente do pai e da mãe; cada extrato da parte, similar àquilo que vai formar, mantém um tipo de lembrança de sua condição original e tentará trazer de volta quando for capaz de formar a mesma parte no feto.

...Certas monstruosidades, talvez por excesso, talvez por defeito, se perpetuam de uma geração para a outra, ou mesmo através de algumas gerações. Sabe-se de uma família em Berlin onde comumente as crianças nasciam com seis dedos, o qual era transmitido tanto pelo pai como pela mãe. Este fenômeno do qual poderemos encontrar alguns exemplos se procurarmos, é inexplicável por um ou por outro dos dois sistemas de geração universalmente aceito: um que supõe que a criança está formada inteiramente dentro do pai, e o outro que supõe que a criança é formada inteiramente no ovo da mãe antes da copulação dos dois sexos; pois se um ou outro dos sistemas fosse verdade, nós

teríamos observado numerosas gerações de indivíduos com seis dedos, cada geração contida na precedente, e a monstruosidade teria que ser herdada somente através do pai ou somente através da mãe. No nosso caso, não há nenhuma dificuldade: a primeira monstruosidade foi um efeito accidental de algum dos casos descritos em um parágrafo precedente, o hábito da situação das partes no primeiro indivíduo, o faz repassá-lo do mesmo modo ao segundo, ao terceiro, etc., enquanto o hábito não for destruído por algum poder, talvez por parte do pai, talvez por parte da mãe, ou por alguma coisa accidental (MAUPERTUIS apud ZIRKLE, 1946, p. 140).

2.3 Idéias defendidas por Maupertuis

Maupertuis, parece admitir um sistema onde há uma mistura de líquidos espermáticos para explicar a fecundação, pois alguns exemplos parecem indicar essa mistura, como o caso citado por Maupertuis de homens negros que se casam com mulheres brancas e têm filhos de cor parda, sendo intermediários entre os traços da mãe e os do pai:

Mas nas espécies ainda mais diferentes, a alteração do animal que nasce é ainda maior. O burro e a égua formam um animal que não é nem um cavalo nem um burro, mas que é visivelmente um composto do dois. E a alteração é tão grande que os órgãos da mula são inúteis para a geração.

Experimentos mais forçados e com espécies mais diferentes mostrariam ainda provavelmente novos monstros. Tudo leva a crer que o animal que nasce é um composto de duas sementes (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 110).

Assim, notamos que Maupertuis crê na mistura de sementes e, embora, ele cite (e respeite) Descartes ele não fica satisfeito com a explicação dada por este último. Apesar de sua crença, Maupertuis não consegue elaborar um mecanismo compreensível para explicar como um animal se forma a partir da mistura de duas sementes (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 119).

2.4 Forças atrativas

No capítulo XVII, Maupertuis menciona a formação de formas semelhantes à da vegetação, em certas reações químicas - como a "árvore de Diana", formada pela reação de prata com ácido nítrico e com mercúrio, dentro da água; diz que, embora tais fenômenos pareçam "menos organizados" ou mais simples do que os corpos dos animais, talvez a geração pudesse se dar através de um mecanismo semelhante; comenta também que, em Química, admitia-se a existência de forças seletivas, ou relações entre as substâncias, que permitem que uma substância rompa a ligação entre outras duas e se combine com uma delas:

Se essa força existe na Natureza, ela não poderia participar da formação do corpo dos animais? Suponhamos que exista, em cada uma das sementes, partes destinadas a formar o coração, a cabeça, as entranhas, os braços, pernas; e que cada uma dessas partes tenha uma maior relação de união com aquela que deve ser sua vizinha para que o animal se forme, do que com qualquer outra; o feto se formará: e isso ocorrerá mesmo se ele for mil vezes mais organizado do que é.

Não se deve pensar que existam nas duas sementes apenas as partes que devem formar um feto, ou o número de fetos que a fêmea deve carregar: cada um dos dois sexos fornece, sem dúvida, muito mais do que o necessário. Mas quando as duas partes que devem se tocar estão

unidas, uma terceira que poderia fazer a mesma união não encontra seu lugar e permanece inútil. É assim, por essas operações repetidas, que se forma o filho pelas partes do pai e da mãe, e traz frequentemente marcas visíveis de que participa de um e de outro (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 121-2).

Para Maupertuis se cada parte se une àquela que devem ser suas vizinhas e apenas a elas, a criança nasce perfeita. Se algumas partes se encontram muito afastadas, ou de uma forma pouco convincente, ou com relação de união muito fraca, para se unir àquelas às quais deve ser unido, nascerá um monstro por defeito. Mas se algumas partes supérfluas não encontram ainda seu lugar e se unem às partes cuja união já era suficiente, surge um monstro por excesso.

Uma evidência favorável a sua proposta, segundo Maupertuis, é a de que as partes em excesso, nos monstros, sempre surgem no mesmo local das partes normais e que isso não pode ser compreendido por outras explicações existentes:

Parece que a idéia que propomos sobre a formação do feto satisfaz, melhor do que qualquer outra, aos fenômenos da geração; à semelhança do filho, tanto em relação ao pai quanto à mãe; aos animais mistos que nascem de duas espécies diferentes; aos monstros por excesso e por defeito; enfim, essa idéia parece ser a única que possa substituir a partir das observações de Harvey (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 123).

No capítulo XVIII, Maupertuis discute a função dos "animais espermáticos" e sugere que eles servem para movimentar os sêmens e para formar as partes mais distantes, facilitando a união das que irão se fundir para formar o feto (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 124).

Maupertuis faz algumas conjeturas finais, colocando que talvez

houvesse um tipo de "instinto" que faz as uniões adequadas entre as partes dos animais, no sêmen; ele se pergunta também se esse instinto seria algo que, como no espírito de uma República, está espalhado em todas as partes que devem formar o corpo ou se, como em um Estado Monárquico, está concentrado em um único ponto ou em uma parte invisível. Nesse último caso, esse ponto constituiria a própria essência do animal e as outras partes seriam apenas envoltórios; conjetura também se essa parte não poderia sobreviver à morte e se não poderia aglutinar à sua volta diferentes combinações de partes de modo a formar todos os tipos de espécies animais possíveis (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 145-6).

Na segunda parte da obra, Maupertuis discute as diferentes raças humanas; afirma que todas vieram de uma única mãe; comenta sobre a existência de características que desaparecem e depois reaparecem, após algumas gerações; descreve o surgimento de novas raças de animais, dizendo que elas surgem através de "indivíduos fortuitos" diferentes dos outros, que são separados e que produzem novas espécies, indicando que aparecem continuamente novas raças de pombos e de cães; conjetura que o pequeno tamanho dos pés das mulheres chinesas se tornou hereditário; menciona então o caso do negro-branco (albino); descreve um menino de 4 ou 5 anos, com todos os traços de um negro, mas com pele completamente branca, bem como seu cabelo, com olhos azuis e nascido de pai e mãe negros; faz a menção de outros casos semelhantes conhecidos; indica que algo semelhante ocorre, às vezes, em animais, como o surgimento de corvos e melros brancos e indica que, se eles fossem separados e cultivados, surgiria uma nova espécie, como ocorreu com as galinhas brancas de alguns países; depois tenta explicar esses fenômenos:

Para explicar agora todos esses fenômenos: a produção de variedades acidentais; a sucessão dessas variedades de uma geração a outra; e enfim o estabelecimento ou a destruição das espécies - eis o que me parece que deve ser suposto ...

1º Que o líquido seminal de cada espécie de animal contém uma multidão incontável de partes

próprias a formar pela sua reunião animais da mesma espécie.

2º Que no líquido seminal de cada indivíduo, as partes próprias a formar traços semelhantes aos desse indivíduo são as que ordinariamente são mais numerosas, e que possuem maior afinidade; embora existam muitas outras [próprias para formar] traços diferentes.

3º Quanto à matéria da qual se formarão na semente de cada animal partes semelhantes a esse animal: seria uma conjetura bastante ousada, mas que talvez não deixe de ser verossímil, pensar que cada parte [do corpo] fornece seus germes.

A experiência talvez pudesse esclarecer esse ponto, se tentássemos durante muito tempo mutilar alguns animais de geração em geração: talvez vissemos as partes cortadas diminuir pouco a pouco; talvez as vissemos finalmente desaparecer.

As suposições precedentes parecem necessárias; e uma vez sendo admitidas, parece que se pode explicar todos os fenômenos que acabamos de ver (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 139-40).

Embora Maupertuis suponha que todas as variedades se encontram nos líquidos seminais, ele não exclui a influência que os climas e alimentos podem ter, por exemplo, para ele, o calor das zonas tórridas é mais apropriado a fomentar as partes que tornam a pele escura, do que as que a tornam branca. Além disso Maupertuis conjetura que o branco é a cor primitiva dos homens e que o negro é uma variedade que se tornou hereditária, pois às vezes se vê brancos nascerem de negros, mas nunca o contrário (MAUPERTUIS, *Vénus physique*, p. 140-3).

3 GEORGE-LOUIS LECLERC DE BUFFON

Em sua obra *Histoire des animaux*, Buffon (1707-1788) coloca que existe uma matéria viva distinta da matéria bruta, e que essa matéria viva é composta de "moléculas orgânicas". Essas moléculas são responsáveis pelo desenvolvimento e reprodução do organismo.

Dentro desse sistema de moléculas orgânicas, Buffon faz argumentações para tentar explicar, entre outras coisas, a semelhança entre pais e filhos, porém ele limita-se apenas a uma análise observacional. Tentaremos a seguir, expor as principais idéias de Buffon relacionadas à reprodução em geral; como agem essas moléculas e como Buffon tenta explicar a determinação do sexo.

Buffon percebe que existe algo oculto na formação do semelhante pelo semelhante. A partir dessa percepção as estruturas visíveis e externas passam a se relacionar com estruturas invisíveis onde a abstração e a analogia são empregadas como métodos de análise:

Esta faculdade de produzir seus semelhantes, que reside dentro dos animais e dos vegetais, esta espécie de unidade sempre subsistente e que parece eterna, esta virtude procriativa que se exerce perpetuamente sem se destruir jamais, é para nós um mistério no qual parece que não nos é permitido sondar as profundidades (BUFFON, *Histoire des animaux*, p. 426).

Por meio de analogias Buffon tenta separar os organismos, observando propriedades comuns e diferenças. Ele considera os minerais como matéria bruta, inativa, insensível, sem organização, desprovida de todas as faculdades, mesmo a de se reproduzir, enquanto que o animal reúne todos os poderes da natureza.

Portanto, para fazer a história dos animais, é preciso reconhecer com exatidão a ordem geral

das relações que são próprias, e distinguir em seguida as relações que são comuns com os vegetais e os minerais (BUFFON, Histoire des animaux, p.427).

Assim, Buffon agrupa numa mesma ordem os animais e os vegetais, sendo a reprodução a característica comum a ambos e que através dela produzem seus semelhantes e perpetuam a espécie:

Examinemos mais de perto essa propriedade comum dos animais e dos vegetais, esse poder de produzir seu semelhante, esta cadeia de existência sucessiva de indivíduos que constitui a existência real da espécie (BUFFON, Histoire des animaux, p.434).

3.1 As moléculas orgânicas

Buffon dedica o segundo capítulo dessa sua obra à discussão da reprodução em geral. Ele dá a esse termo uma conotação mais ampla da que se tinha na época, onde "reprodução" não significa apenas a re-formação de partes do corpo como também a geração de outros organismos. Tentando explicar esse fenômeno, Buffon coloca que na natureza, existe uma matéria orgânica, comum a todos os seres, tanto animais como vegetais, que serve a sua nutrição, ao seu desenvolvimento e a sua reprodução. Essa matéria se compõe de parcelas indestrutíveis e incorruptíveis, às quais ele chama de moléculas orgânicas:

... existe realmente dentro da natureza uma infinidade de pequenos seres organizados semelhantes aos grandes seres organizados que figuram dentro do mundo. Esses pequenos seres são compostos de partes orgânicas viventes que são comuns aos animais e aos vegetais, e essas partes orgânicas são partes primitivas e

incorruptíveis, a reunião dessas partes forma a nossos olhos, seres organizados e que por consequência a reprodução ou a geração nada mais é que uma troca de forma que se faz por adição ou subtração de partes orgânicas semelhantes, como a destruição do organismo se faz pela divisão dessas mesmas partes (BUFFON, *Histoire des animaux*, p. 437-8).

Essas moléculas orgânicas são introduzidas dentro do corpo pela alimentação e só operam no desenvolvimento do organismo quando são incorporadas intimamente às partes que lhes correspondem. Essa incorporação íntima parece, para Buffon ocorrer através de um mecanismo e sob uma estrutura à qual chama de "molde interior". Esse termo é ambíguo e muito discutido é o seu significado. Maupertuis e depois Cuveir se queixaram de nunca o terem compreendido muito bem, pois ele pode se referir ao mecanismo pelo qual as moléculas vão se distribuir no organismo, através das semelhanças entre si, ou ao próprio corpo como uma forma oca onde as moléculas se agrupam, ou ainda um processo onde essas duas interpretações ocorrem simultaneamente.

Utilizando-se de uma analogia com a arte, Buffon argumenta que da mesma forma que na pintura e na escultura têm-se representações de superfícies externas, pode existir algum mecanismo interno no qual se processe a reprodução:

Da mesma forma que podemos fazer moldes pelos quais damos ao exterior dos corpos tais formas, suponhamos que a natureza possa fazer moldes pelos quais ela faz não somente a forma externa, mas também a forma interna; não seria então por esse meio que a reprodução poderia operar? (BUFFON, *Histoire des animaux*, p. 443).

Buffon considera natural tirar uma explicação para a reprodução por meio do estudo do desenvolvimento e da nutrição. Um animal se alimenta de moléculas orgânicas e moléculas brutas que

são separadas no interior do corpo, onde as moléculas análogas se distribuem conforme a semelhança e as brutas são excretadas por diferentes vias. Da reunião dessas moléculas análogas, pequenos corpos são organizados e por brotamento ou por sementes, novos seres semelhantes a seus pais serão formados:

As moléculas orgânicas similares se reúnem por meio de uma força semelhante àquela que lhes fez penetrar nas diferentes partes do corpo de seus indivíduos; elas formam por reunião um ou muitos pequenos corpos organizados, inteiramente semelhantes ao pólipo ou à cebola, e assim esses pequenos corpos organizados são formados, não faltando meios para se desenvolverem, o que se fará através da nutrição (BUFFON, *Histoire des animaux*, p. 455).

Buffon consegue com esse sistema argumentar sobre a reprodução de vegetais e certos animais onde o processo é assexuado. Porém quando ele analisa outro tipo de reprodução (sexuada), onde há cópula ele não consegue explicar pelo raciocínio acima, como a seguir:

Mas como aplicar esse raciocínio à geração do homem e dos animais que têm dois sexos, e por aqueles em que é necessário o envolvimento de dois indivíduos? Entende-se bem como cada indivíduo produz seu semelhante, mas como ocorre isso com dois indivíduos, um macho e outro fêmea, produzindo um terceiro que tem constantemente ou um ou outro sexo (BUFFON, *Histoire des animaux*, p. 455).

Ele considera que o desenvolvimento e o crescimento das diferentes partes do corpo se faz pela penetração das moléculas orgânicas que são absorvidas na primeira idade. Quando o organismo chega ao final de seu crescimento ele não precisa mais de grande

quantidade de moléculas orgânicas. Cada uma das partes do corpo parece que moldam as moléculas supérfluas e as envia aos reservatórios (testículos masculinos e femininos) onde vão constituir os "licores seminais". Portanto, Buffon aceita a idéia de que ocorra uma mistura de "sémens" para o engendramento de um novo ser.

Na época em que o organismo não necessita mais de grande quantidade de moléculas, começam a aparecer os caracteres sexuais secundários, pois há uma abundância de nutrientes na puberdade (BUFFON, *Histoire des animaux*, p.456).

Dentro do licor seminal, masculino ou feminino, encontram-se todos os tipos de moléculas presentes dentro do corpo do animal. Este licor é como um extrato, uma essência de todo o organismo.

Buffon afirma que aquelas moléculas orgânicas que nos pólipos e nos vegetais, se reúnem e formam pequenos seres organizados; nos animais e no homem não conseguem formar esses pequenos seres ao menos que se misturem os licores seminais masculinos e femininos. Ele não esclarece por quê há necessidade de mistura para formação do novo ser. Apenas argumenta que a prova de que há mistura de licores seminais é que um filho pode apresentar tanto características do pai como da mãe:

Mas uma prova muito mais forte que todas as outras explicações, é a semelhança dos filhos a seus pais: os filhos se assemelham, em geral, mais com o pai do que com a mãe, e a filha mais com a mãe do que com o pai, isso porque um homem se parece mais a um homem do que a uma mulher, e uma mulher se parece, mais a uma mulher do que a um homem por forma geral dos corpos; mas para feições e características particulares, as crianças se parecem tanto ao pai quanto mãe, ou mesmo aos dois; por exemplo, os olhos do pai e a boca da mãe, ou a cor da mãe e a estatura do pai, isso é impossível de conceber, a menos que se admita que os dois pais contribuam com a formação do corpo do filho, e que por

consequência haja uma mistura de licores
seminais (BUFFON, Histoire des animaux, p.461).

3.2 Determinação do sexo

De acordo com Buffon a formação do feto se opera depois da mistura, dentro do útero da fêmea, por agregação das moléculas orgânicas semelhantes, sendo que as moléculas dos órgãos sexuais são diferentes dentro das duas sementes parentais e que são essas moléculas que devem servir de apoio, de centro de reunião, às outras moléculas.

Uma criança se parecerá mais com o pai ou com a mãe dependendo da quantidade de moléculas organizadas que vieram do pai ou da mãe. Ou seja: se um feto for macho seus órgãos sexuais serão somente compostos por moléculas provenientes dos órgãos sexuais do pai. Porém, todo o restante do corpo será constituído de moléculas paternas e maternas. O que determinará quais moléculas entrarão em maior quantidade na formação do novo ser é a proximidade a que essas moléculas estarão do ponto de apoio ou do centro de reunião dado pelas moléculas dos órgãos sexuais. Então se as moléculas maternas, responsáveis pela formação do nariz estiverem mais próximas ao centro de reunião, do que as paternas, o novo indivíduo terá um nariz parecido com o da mãe e assim por diante:

... as moléculas só podem se reunir quando os dois licores seminais dos dois sexos se misturam; e quando dentro da mistura se encontram mais moléculas orgânicas do macho do que da fêmea, resulta um macho, ou ao contrário, se há mais partículas orgânicas da fêmea do que do macho, se formará uma fêmea (BUFFON, Histoire des animaux, p.456).

Buffon chega a colocar que há mais formação de homens do que de mulheres porque essas são em geral mais delicadas e menores que os homens; portanto, teriam menor quantidade de moléculas

supérfluas e conseqüentemente seus licores seminais seriam menos abundantes que o licor masculino.

4 CHARLES BONNET

Charles Bonnet (1720-1793) em sua obra *Considérations sur les corps organisés*¹ apresenta como tema principal a discussão entre o preformismo contra a epigênese. Como veremos logo a seguir, Bonnet se posiciona a favor do preformismo. O principal autor criticado por Bonnet é Buffon, e em meio à discussão, surgem vários pontos onde se discute a questão da herança.

Há vários tipos de fenômenos que Bonnet coloca e que são relevantes para a sua discussão: a estrutura e desenvolvimento do ovo; as diferentes formas de reprodução; o processo de fecundação; a partenogênese (descoberta por ele, por estudos de pulgões, que ele considera "andróginos", não usando o nome "partenogênese"); as metamorfoses; os enxertos; os híbridos.

A seguir, apresentaremos os principais aspectos da obra referida que são relevantes para a questão proposta neste trabalho.

4.1 Preformismo

O preformismo² supõe que todas as partes e a estrutura do animal (ou planta) já existem no germe que vai produzi-lo. Esse germe poderia estar na fêmea (no ovo ou óvulo) ou no macho ("vermes espermáticos", ou espermatozóides). Bonnet irá defender sua existência nos óvulos:

¹ A primeira edição desta obra é de 1762; a edição aqui referida se baseia na versão publicada por Bonnet em 1778 e que contém muitas notas adicionais.

² O preformismo é também chamado por Bonnet de teoria da evolução, enquanto que a epigênese é igual a teoria da formação.

Admiti a evolução³ como o princípio mais conforme aos fatos e à boa Filosofia. Supus que todo Corpo Organizado existiu antes da fecundação e que ela [a fecundação] nada mais fez do que levar ao desenvolvimento do Todo orgânico desenhado antes em miniatura na semente ou no ovo. Tentei explicar como a fecundação realizava esse efeito e, à medida que a analisava, eu me persuadia cada vez mais de que um dia se demonstraria a preexistência do Germe na fêmea e que o espírito seminal nada gerava (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 14).

No capítulo 9, Bonnet vai falar sobre as descobertas de Haller sobre o desenvolvimento dos embriões nos ovos que, a seu ver, são a prova fundamental do preformismo; essas descobertas parecem indicar que, dentro da gema do ovo, já existem todas as partes do embrião, mas elas não são ainda visíveis pois são transparentes e quase líquidas:

Primeiro fato. A membrana que reveste interiormente o amarelo do ovo é uma continuação da que reveste o intestino do pinto. Ela é contínua com seu estômago, faringe, boca, pele, epiderme. A membrana externa da gema é um prolongamento da membrana externa do intestino; ela se liga ao mesentério e ao peritônio.

A gema tem artérias e veias que nascem das artérias e veias mesentéricas do feto. O sangue que circula na gema recebe do coração o princípio de seu movimento.

A gema é, portanto, uma parte essencial do pinto. Mas a gema já existe no ovo que não foi

³ "Evolução" para Bonnet não está relacionada à idéia de Darwin, mas sim à idéia de preformismo. Já a epigênese ele considerava como teoria da formação.

ainda fecundado; o pinto existe portanto no ovo antes da fecundação.

A analogia que se observa entre os vegetais e os animais ... não permite duvidar que a semente seja como o ovo; que ela contenha originalmente todas as partes essenciais à planta (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 110).

Portanto, para Bonnet, se o pinto já está formado dentro do ovo, antes mesmo de ter sido fecundado, é a fêmea a possuidora do germe. Desse fato, ele também conclui, que os ovários de todas as fêmeas contêm originalmente embriões preformados, que apenas esperam a ajuda de certas causas para começarem a se desenvolver.

Bonnet descreve também como as partes sólidas, que inicialmente são fluidas e transparentes, vão se tornando espessas e visíveis, e é principalmente pela evaporação insensível das partes aquosas que os elementos se aproximam para formar sólidos (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 110).

Bonnet também indica que o tamanho, proporção e colocação dos órgãos vai mudando no ovo, com o desenvolvimento, assim:

Todas as observações do senhor Haller se unem para estabelecer portanto:

- I. Que o germe pré-existe à fecundação.
- II. Que todas as suas partes essenciais coexistiram no mesmo tempo.
- III. Que o desenvolvimento de uns parece preceder o dos outros.
- IV. Que sua consistência, proporções relativas, forma e situação sofrem grandes mudanças, gradualmente (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 120).

No capítulo 10, Bonnet compara o desenvolvimento do ovo com a metamorfose dos insetos e afirma que, de acordo com os estudos de Malpighi, Swammerdam e Reaumur, a borboleta já existe dentro da

lagarta e assim com os vegetais:

A mesma evolução que conduz os animais à perfeição que é própria à sua espécie também conduz todos os vegetais. Eles são encontrados desenhados em miniatura dentro das sementes e nos botões. As flores da *Pereira* que vemos abrir-se na primavera, já eram visíveis desde o ano anterior (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 130).

Na problemática do preformismo, além de se questionar qual é o lugar do germe, ou seja, no ovo (óvulo) ou no espermatozóide, destacam-se também duas vertentes: uma supõe a existência de germes espalhados por toda parte, de todos os tipos, que crescem e produzem animais quando encontram o local adequado; a outra vertente supõe que os germes já estão "encaixados" uns nos outros, em uma sucessão indefinida de gerações sucessivas ("emboîtement"). Como veremos a seguir, Bonnet não se posiciona fortemente, mas prefere a concepção do encaixamento:

Já me expliquei: não tomarei um partido entre a hipótese que espalha os germes por toda parte e à que os encaixa uns dentro dos outros. Essas duas hipóteses possuem, cada uma, sua probabilidade: mas não se deve supor um encaixamento ao infinito, o que seria absurdo. A divisibilidade da matéria ao infinito, pela qual se pretendeu manter esse encaixamento, é uma verdade geométrica e um erro físico. Todo corpo é necessariamente finito; todas as suas partes são necessariamente determinadas: mas essa determinação nos é desconhecida (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 87).

Bonnet descreve uma observação que lhe foi comunicada por um certo Calandrini, onde numa cebola de *jacinto* descobre-se até a

quarta geração. E o que é notável é que as partes da flor são as que se distinguem melhor na terceira e quarta geração, sendo o volume dessas partes incomparavelmente maior do que o de todas as outras partes juntas (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 87-8).

4.2 Regeneração

Para explicar o que ocorre quando uma planta ou um animal se reconstitui ou reproduz por brotos ou cortes, Bonnet vai supor, no capítulo 4 da primeira parte, que o corpo inteiro da planta ou animal contém um grande número de germes e estes se desenvolvem em condições adequadas:

... vê-se que esses Vermes se multiplicam por cortes, como as plantas. Tudo ocorre em uns e outros pelo desenvolvimento de partes pré-existentes. Nenhum mecanismo conhecido por nós é capaz de formar um coração, um cérebro, um estômago, etc. Os germes espalhados por todo o corpo desses animais apenas aguardam uma circunstância favorável para se desenvolverem.

O corte produz essa circunstância. Ele desvia, em benefício dos germes, a parte do fluido alimentar que teria sido empregada para o crescimento do Verme inteiro; da mesma maneira, quase, que *podando* uma árvore, ou fazendo cortes em um de seus ramos grossos, vê-se saírem em torno do corte um grande número de botões que, sem essa operação, não teriam se desenvolvido (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 39-40).

Essa explicação apresenta algumas dificuldades, pois sendo o germe um tipo de miniatura de todas as partes do corpo, como apenas algumas partes poderiam se desenvolver sem que as demais também o

fizessem? Bonnet considera duas possibilidades: ou a pressão das partes próximas impede o desenvolvimento de algumas das partes do germe; ou então, existem germes "parciais" de cada órgão:

Dessas diferentes fontes tiramos portanto as seguintes conjeturas.

1º Que os germes destinados a completar cada porção estão ordenados em fila, no meio e ao longo de cada Verme.

2º Que eles lá são colocados de modo que sua parte frontal esteja dirigida para a cabeça do animal.

3º Que no verme inteiro, os germes ou não recebem nenhum alimento, ou, se recebem, seu efeito é aniquilado pela resistência ou pressão das partes vizinhas.

4º Que o efeito do corte é primeiramente de desviar para o germe mais próximo do corte, a parte do fluido nutricional que teria sido empregada para o crescimento e nutrição do Todo; em segundo lugar, facilitar a erupção e o alongamento do Germe, fornecendo-lhe uma saída livre.

5º Que à medida que o germe cresce e se estende, a parte de seu corpo que permanece dentro da do Verme, ou no seu pedaço, se une a ele por um verdadeiro enxerto; os canais de cada tipo se prendem aos do mesmo gênero, de modo que se estabelece entre eles uma circulação comum e direta, como se vê ocorrer às porções de diferentes pólipos, colocados um na ponta do outro (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 41).

Para Bonnet a multiplicação de pólipos e de outros vermes, por brotos, ocorre, como a de cortes, ou seja, por germes espalhados no interior do animal, e que aí se desenvolvem com a ajuda de certas

circunstâncias. O pólipo é portanto um todo orgânico do qual cada parte, cada molécula, cada átomo, tende continuamente a produzi-lo. Ele é por assim dizer, todo ovário, todo Germe. Cortando um pólipo em pedaços, desloca-se, para o desenvolvimento dos germes ocultos em cada porção, o suco nutricional que teria sido empregado para o crescimento do todo ou para outros usos (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 251).

Bonnet discute no capítulo 1 da segunda parte do livro a regeneração de vários animais, como a minhoca, a pata do caranguejo, etc. e supõe que essa reconstituição se dá através de germes preexistentes. Ele também conjectura a existência de germes das partes anteriores e posteriores:

... Se admitirmos Germes particulares para a produção dos dentes, por que recusaríamos admiti-los para a produção de partes muito mais compostas e cuja formação torna ainda mais repugnante as explicações mecânicas (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 239).

Esses germes parciais teriam que estar distribuídos nas partes adequadas do corpo, para poder reproduzir aquilo que fosse cortado, já que no caso da pata do caranguejo cresce apenas a parte cortada, não mais do que isso:

Concebo portanto que o germe colocado na base da antiga pata contém uma pata inteira, ou cinco articulações; que aquele que se segue contém uma pata que só tem quatro articulações, e assim por diante (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 249).

Para Bonnet é evidente que a reprodução de cada membro se realiza por um germe apropriado. Em sua primeira aparição, o membro é de um tamanho muito pequeno e no entanto ele oferece nesse modelo reduzido todas as partes essenciais que oferecerá em tamanho grande depois. Não só cada um dos antigos membros contém germes

reparadores; mas é também preciso que os novos membros, ou os que se reproduzem de novo, os conttenham também; pois para Bonnet, se cortarmos o novo membro enquanto ele ainda é uma miniatura, ele reproduzirá uma outra miniatura igual e semelhante à que foi cortada (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 472).

Bonnet discute a localização da alma, e o que ocorre quando pelo corte de um único animal se obtém dois ou mais; conclui que apenas a parte onde ficou o cérebro mantém a alma antiga e que vai surgir uma nova alma quando se forma outro cérebro.

Portanto, se para Bonnet o germe é um animal em miniatura, qual seria então a diferença com o animal desenvolvido?

Bonnet responde a isso afirmando que o primeiro é composto apenas pelas partículas elementares, e as malhas que elas formam são tão estreitas quanto possível; enquanto que no segundo, ou seja, no animal desenvolvido, as partículas elementares se uniram a uma infinidade de outras partículas que a nutrição lhes associou.

Para compreendermos melhor a diferença colocada acima, é necessário entendermos como ocorre o desenvolvimento para Bonnet.

4.3 O desenvolvimento

Bonnet considera o desenvolvimento, a partir do embrião ou da semente, como um simples crescimento do germe preexistente:

Se observarmos ao microscópio a semente de uma planta ou o ovo de um animal, nós nos convenceremos que o Corpo organizado que daí deve nascer já existe em miniatura com todas as suas partes essenciais (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 24).

Para Bonnet pode-se observar, em pequena escala, as mesmas partes essenciais que o animal terá em maior escala, essas partes preexistem nos germes ou corpúsculos orgânicos. Portanto, o ato da geração não pode ser mais do que o princípio do desenvolvimento de germes, que é feito pela nutrição:

Os alimentos são uma mistura de ar, água, terra, sais, óleos, enxofres e muitos outros princípios diferentes combinados.

Para se tornar adequada a formar corpos, essa mistura passa por diferentes tipos de canais, que diminuem gradualmente, e dos quais eles sofrem a ação.

Uns os recebem, outros os preparam, os terceiros os distribuem já preparados a todas as partes.

A ação dos canais supõe portanto três operações principais.

A separação do supérfluo; a decomposição de uma parte dos princípios; e a reunião de diversos em uma mesma massa, análoga à da natureza do Corpo organizado (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 24).

Para Bonnet os canais, como também os outros órgãos são formados por elementos particulares e é a natureza, a forma e o arranjo desses elementos que determinam a espécie do corpo organizado:

Podemos supor plausivamente que existem dois tipos de elementos; os *elementos primitivos* ou *inorgânicos*; e os *elementos secundários* ou *orgânicos*.

Os elementos do primeiro tipo são corpos completamente simples ou homogêneos. Um glóbulo de ar, um glóbulo de água, são corpos desse tipo.

Os elementos *secundários* ou *orgânicos* são os *germes*, formados desde o início por átomos inorgânicos. Os *germes* diferem dos elementos primitivos por serem compostos; mas se aproximam desses por serem, como eles, invariáveis ou imperecíveis, e por entrarem na composição dos

mistos (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 81).

O corpo todo se desenvolve pelo aumento das fibras simples que recebem o alimento. Os elementos das fibras são o fundo que recebe as partículas do fluido nutricional por meio de uma afinidade que as tornem próprias a se unirem, assim as fibras constituem um tipo de estrutura em rede:

Os átomos nutricionais se insinuam nas malhas e as aumentam, pouco a pouco, em todos os sentidos.

Os canais que recebem o alimento grosseiro que vem de fora, e os que o preparam, são nutridos por outros canais menores, destinados a espalhar esse alimento por toda parte.

Esses canais derramam o precioso extrato nos interstícios que as fibras deixam entre elas, passando depois para as malhas dessas últimas por um tipo de sucção ou imbibição.

E como os próprios pequenos canais precisam ser nutridos, pode-se supor que eles se nutrem a si próprios, pelo suco que eles contêm, ou pelo que eles encontram entre os diversos pacotes de fibras que percorrem.

Enfim, quando as malhas de uma fibra simples cresceram tanto quanto é permitido pela natureza e arranjo de seus princípios, essa fibra pára de crescer e apenas recebe a nutrição destinada a substituir aquela que a transpiração e os movimentos internos dissipam (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 24-5).

Quanto ao líquido seminal, Bonnet supunha que ele continha os elementos de todas as partes do corpo organizado, como um tipo de extrato do corpo; e que o germe separa desse líquido as moléculas próprias para se unirem a ele; assim, Bonnet tentará esclarecer

como o líquido seminal atua no germe.

4.4 O líquido espermático e sua atuação no germe

Uma vez assumido que a geração nada mais é que o princípio do desenvolvimento e que pela nutrição os sucos nutricionais vão se incorporando nas malhas das fibras elementares, Bonnet conjectura sobre o papel do líquido espermático no germe. Se o animal em miniatura já existe na fêmea, qual o papel do macho? Por que a fêmea não gera filhos sozinha?

Não conteriam os pós dos estames e o líquido seminal certos sucos nutritivos, destinados por sua sutileza e por sua extrema atividade a abrir as malhas do germe e a fazer aí nascer um desenvolvimento, que os sucos menos finos e menos elaborados não poderiam começar, mas que podem continuar e levar até o final? (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 30).

Outro ponto que também é obscuro para Bonnet é a questão do princípio da circulação no germe, mas apesar disso ele especula sobre o assunto. Para ele, não ocorre nenhuma circulação no germe não fecundado, tudo está em repouso perfeito e tudo é sólido; mas durante a fecundação, o líquido seminal é levado aos órgãos de circulação do germe e os dilata, sendo esta dilatação naturalmente seguida pela reação do canal sobre o líquido e a circulação começa a se realizar. O líquido seminal, levado por esse caminho a todas as partes, abre as malhas das fibras simples e as coloca em condições de receber os sucos que o útero lhes envia (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 36-7), assim:

...O líquido fecundante penetra no Germe, já que modifica o seu interior.

E se o modifica em uma certa relação com

o Macho, ele [o sêmen] deve ter uma relação com [o Macho].

O líquido seminal contém portanto moléculas que correspondem às diferentes partes do Macho; pois ele imprime ao Germe traços de semelhança com diferentes partes daquele (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 426).

Dessa forma Bonnet está tentando explicar porque os filhos podem ter características parecidas com o pai, pois este, por meio de seu líquido seminal imprimirá ao germe traços de semelhanças. Este é o ponto mais delicado da proposta de Bonnet, pois ele supõe que o animal já existe na fêmea, antes da fecundação; como ele pode ser alterado pelo macho e receber características deste, se já está preformado? Bonnet supõe que o líquido seminal tenderá a abrir, a endireitar, a desdobrar os órgãos do Germe, e sua ação, modificada de forma diferente pelo número maior ou menor de moléculas de cada gênero, precipitará ou aumentará o crescimento de alguns órgãos, enquanto retardará ou impedirá o de outros:

Se há mais moléculas apropriadas a um certo órgão, ou se essas moléculas são mais ativas, esse órgão se desenvolverá mais. Ele receberá por sua impressão outras modificações particulares, em consequência de sua disposição a lhe dar mais ou menos consistência, a deixá-lo membranoso ou determinar sua ossificação (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 428-9).

Além das impressões deixadas pelo líquido seminal, este é também um tipo de estimulante, que ao irritar o coração do embrião lhe dá um grau de força que ele não poderia receber senão desse líquido:

O esperma penetra portanto no Germe, e sua

influência não se limita a animar o coração. O cavalo desenhado em miniatura no ovário da égua recebe da impressão do esperma um órgão que não tinha originalmente. O líquido do burro parece portanto transformá-lo em mula.

... A parte mais sutil de um líquido tão elaborado parece apropriada para se insinuar nos vasos infinitamente delicados do Germe. Os fatos provam que ele o penetra. Ele poderia aí circular também e produzir por sua ação imediata sobre diferentes partes, esses traços de semelhança, dos quais procuramos descobrir as causas (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 412-3).

Apesar de influenciar o germe, Bonnet acredita que o sêmen não pode transmitir um novo órgão, pois ele não forma nada, apenas modifica aquilo que já estava preformado. Os diversos traços de semelhança que a fecundação imprime ao germe não poderiam representar com fidelidade o original. Não são propriamente cópias: não tomaram sua impressão como em um molde. Ou seja: em nossa linguagem, diríamos que os processos de herança paterna e materna são diferentes e que o pai só pode "alterar" aquilo que já existe, mas a estrutura é dada pela mãe. Bonnet tenta esclarecer da seguinte maneira: Se cruzarmos um touro, que tem quatro estômagos com uma fêmea do burro, que tem somente um, provavelmente o híbrido terá apenas um estômago (porém ele não dispõe da dissecação desse híbrido); mas é possível que esse estômago único que ele possuía no ovário da mãe, sofra grandes mudanças pela influência do esperma, e que essas mudanças cheguem ao ponto de fazer o estômago parecer dividido ou multiplicado (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 415).

Bonnet acredita que só a parte líquida do sêmen masculino possui efeitos na fecundação. Em uma parte do livro em que fala sobre fecundação artificial de peixes e de sapos, ele comenta sobre experimentos realizados pelo Abade Spallanzani, que relata:

Como uma pequena quantidade de sêmen fecunda um grande número de ovos, deve-se admitir que, para a fecundação de cada ovo, é suficiente que alguma parcela desse líquido atinja o ovo; e penso ... que é a parte mais sutil ou mais ativa que tem a virtude de fecundar; ainda mais porque, para chegar aos ovos, o sêmen deve atravessar a camada bem espessa da qual eles estão revestidos ... O sêmen tem a virtude de fecundar, mesmo destituído de Vermes espermáticos; pois não encontrei esses Vermes no sêmen do sapo; e certamente eles não me teriam escapado se existissem (SPALLANZANI apud BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 423).

Outra questão abordada por Bonnet refere-se à transmissão de deformidades, que segundo ele só serão transmitidas se os acidentes atingirem os órgãos de geração do macho, ou se possuírem uma natureza tal a influir sobre seus humores. Mas as doenças hereditárias se transmitirão pois elas afetam os humores, e através deles o líquido fecundante.

Bonnet também conjetura sobre a formação do sêmen imaginando que os órgãos de geração masculinos e femininos fossem uma representação das principais víceras do animal:

Explico-me. Pensei que haviam nos testículos canais relativos a essa parte do cérebro que filtra o fluido nervoso; outros correspondentes ao fígado, por sua função e que separariam partículas análogas à bÍlis; outros que correspondessem ao sistema linfático e que separassem uma matéria análoga à linfa, etc., etc. (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 68).

Para Bonnet essa conjetura poderia fornecer explicações para

alguns fatos: por exemplo, para a semelhança dos filhos ao pai e à mãe, tanto a certos traços, como também ao temperamento e às inclinações, pois a qualidade dos humores pode influenciar o temperamento, dos quais as inclinações são uma consequência. Assim Bonnet admite a participação de ambos sêmens na geração, supondo que as moléculas dominantes do macho ou as da fêmea determinam as relações mais ou menos fortes de um ou de outro (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 68).

4.5 Críticas a Buffon

Quando Bonnet afirma que o líquido seminal contém moléculas que correspondem às diferentes partes do macho, ele também afirma que essas moléculas são diferentes das moléculas orgânicas de Buffon, pois não podem vir dos próprios órgãos do macho uma vez que servem para a nutrição e desenvolvimento do corpo não podendo ser enviadas aos órgãos de geração (porém Buffon deixa claro que essa remessa de moléculas aos órgãos de geração só ocorre quando as moléculas são supérfluas). Bonnet diz que as supérfluas não podem ter sido moldadas, pois não foram integradas aos tecidos e órgãos.

No capítulo 7, Bonnet descreve a proposta de Buffon e no capítulo posterior coloca as dificuldades desta proposta, ou seja, como um conjunto harmonioso e composto como o corpo poderia ser formado pela simples reunião de moléculas? Além disso coloca outras objeções:

a) Como as partículas orgânicas, supostas inalteráveis, podem ser moldadas?

b) Como essas partículas, enviadas de todas as partes que já atingiram seu perfeito crescimento e que lá não foram admitidas, poderiam tomar as formas próprias a representar em pequena escala essas mesmas partes?

c) Como os indivíduos que provêm do coito de dois indivíduos de espécies ou de formas essencialmente diferentes, possuem órgãos que não se encontram nem no pai, nem na mãe?

d) Como um macho ou uma fêmea, ou todos os dois juntos, mutilados

em uma parte essencial e única, podem gerar animais aos quais não falta nada? (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 85-6).

Se o feto resulta da reunião das moléculas orgânicas encerradas nos dois sêmens; se essas moléculas são moldadas nas diferentes partes que compõem o corpo do macho e da fêmea; se, enfim, por isso elas adquirem a capacidade de representar em miniatura o feto, por que a *Abelha operária* possui órgãos que não se encontram nem na *abelha-rainha* nem no *zangão*? Por que a *Abelha-rainha* e os *zangões* possuem órgãos que não se encontram na *Abelha operária*? (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 144-5).

Nesse mesmo capítulo 8, Bonnet combate a idéia de Buffon sobre a natureza dos "vermes espermáticos" e a possibilidade da geração espontânea de infusórios.

4.6. Híbridos e monstros

Bonnet denomina monstros à toda produção organizada, na qual a conformação, arranjo ou número de algumas de suas partes não seguem as regras ordinárias. Já os híbridos são tipos de monstros que provêm do coito de dois indivíduos de espécies diferentes e que participam assim da natureza tanto de um quanto de outro.

Bonnet acreditava que em geral o corpo do híbrido se parecia mais com a fêmea do que com o macho, e que as extremidades têm mais semelhanças com o macho do que com a fêmea (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 31).

Bonnet tentará explicar como surgem esses híbridos e usa como exemplo a mula que nasce do coito de um burro com uma égua:

Essa produção existia já em pequena escala, mas sob a forma de um Cavalo, nos ovários da égua.

Como esse Cavalo teria se metamorfoseado? De onde lhe vêm em particular essas longas orelhas? Porque sua cauda tem tão poucos pelos? O esclarecimento desses dois pontos acabará de desenvolver meu pensamento.

Digo portanto que os elementos do líquido seminal correspondem aos do germe, e o sêmen do burro contém mais partículas próprias a estimular o desenvolvimento das orelhas do que as contidas no Cavalo; e que, por outro lado, ele possui menos partículas próprias a desenvolver a cauda do que o último.

Por isso ocorre o alongamento das malhas das orelhas e a obliteração de uma parte da cauda (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 34).

Bonnet dá exemplos de pássaros híbridos que se reproduzem por exemplo, o cruzamento de canário com pintassilgo, no qual segundo o senhor Sprengel, o bico mais grosso destes últimos se conservou durante muitas gerações. Para Bonnet este fato ocorre, não porque o pintassilgo tivesse enviado moléculas moldadas aos órgãos de geração: mas porque estes [os órgãos de geração] possuem uma relação com o bico e as moléculas correspondentes que eles separaram. Esse órgão terá portanto filtrado moléculas próprias a modificar o bico do canário (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 436-7).

No capítulo 8 da segunda parte, Bonnet discute a causa dos monstros; ele explica facilmente vários tipos, como sendo devidos à fusão de dois germes distintos:

Nos Monstros *por falta*, uma ou mais partes se apagam, se obliteram, morrem. Nos Monstros *por excesso*, uma ou mais partes de Germes se unem, se fundem com um outro Germe; ou duas ou mais

partes de um mesmo Germe se reúnem para formar uma só. A analogia entre as partes favorece essa união, como ela favorece a do enxerto com sua base (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 479).

Bonnet trata de um assunto que era importante, na época: pessoas com seis dedos, em que essa característica era hereditária; ele descreve em detalhe uma família de Malta; o pai, Gratio Kalleia, tinha seis dedos nas mãos e nos pés; teve filhos e uma filha; dois dos filhos possuíam também seis dedos; a filha e o outro filho, não; mas essa filha teve um filho com seis dedos em um dos pés; dos dois filhos de Gratio Kalleia com seis dedos, nasceram netos que, em geral, também tinham seis dedos:

Grattio, Monstro com vinte e quatro dedos, transmite portanto suas monstruosidades, no todo ou em parte, à maior parte de seus filhos.

Como foi demonstrado que o Germe pertence à Fêmea e que ele existe antes da *fecundação*, não se pode deixar de admitir que os Filhos de Grattio eram originalmente bem conformados. Os Germes que os representavam em miniatura não tinham mais do que cinco dedos nas mãos e nos pés.

Eles só se tornaram Monstros pelo ato da geração. Esse ato não envia ao Germe mais do que um líquido. Esse líquido deve portanto conter algo que faz nascer a monstruosidade.

Para que o líquido fecundante tenha contido essa coisa, fonte da monstruosidade, é necessário que os órgãos de Grattio, que o prepararam, tivessem uma outra coisa, que correspondesse à conformação monstruosa de suas mãos e de seus pés.

Um acidente que desconhecemos havia *modificado* os órgãos de geração de Grattio, em

uma relação mais ou menos determinada para com a deformidade de que se trata.

Essa deformidade é um excesso e esse excesso supõe que as moléculas do esperma apropriadas à evolução das mãos e dos pés eram mais ativas, ou mais abundantes, em Grattio, do que o costumam ser no Homem (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 497).

Havia, portanto, nesses órgãos de geração de Grattio, alguma coisa em excesso que não se encontra comumente na espécie humana. Para Bonnet esses órgãos continham mais vasos secretórios de um certo tipo, ou vasos constituídos de um modo diferente do que nos homens comuns. Assim, o líquido seminal de Grattio foi capaz de agir sobre os Germes de seus filhos, em uma certa relação com as deformidades do seu pai, sem no entanto ter gerado nada. Mas os filhos monstruosos de Grattio produziram também filhos monstruosos, e isso parece ser a parte mais difícil do problema:

... Como os filhos monstruosos de Grattio geraram *Monstros*, é preciso, de acordo com meus princípios, que o líquido seminal do Pai tenha agido sobre os órgãos de geração dos Filhos, de modo a modificar esses órgãos em uma relação com a monstruosidade em questão.

... Ao mesmo tempo que o líquido seminal agiu sobre as mãos e os pés de seus filhos, ele deve ter agido também sobre a parte dos órgãos da geração que correspondia nos filhos às suas extremidades superiores e inferiores. Ele [o sêmen] terá imprimido assim nesses órgãos uma disposição a reproduzir a monstruosidade.

... Não posso dizer precisamente em que consiste essa relação, pois a estrutura íntima dos órgãos de geração não me é conhecida (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 498).

Bonnet sente mais dificuldade em explicar como a filha de Grattio também pode ter transmitido algo aos filhos, já que as fêmeas não possuem líquido seminal e já que ela própria não tinha 6 dedos. Ele chega a colocar em dúvida o fato, ou supor que tenha sido um acidente independente que deu a esse neto os 6 dedos; mas, depois, citando novos casos, acaba por aceitar que as mulheres também podem transmitir mal-formações; ele supõe, assim, que houve alguma alteração dos seus órgãos reprodutivos, mas não sabe explicar que mudança é essa (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 505).

Como Bonnet supõe uma diferença essencial entre o papel da mãe e o do pai, na reprodução, é impossível, para ele, explicar que possa haver igualmente herança através do pai e da mãe, bem como reversão a caracteres de avós e ancestrais mais remotos por ambas linhas.

4.7 Objeções e dificuldades

Ao longo de todo o trabalho Bonnet irá colocar eventuais objeções que poderiam ser feitas e tentará respondê-las, como veremos a seguir.

Acerca dos híbridos, poderia ser colocado que, se as sementes e os germes de uma espécie devem se corresponder exatamente, só a semente do cavalo poderia produzir o desenvolvimento dos germes contidos nos ovários da égua. Bonnet responde:

... Pode-se supor sem nenhum absurdo que na relação entre a semente e o germe, há uma certa latitude que permite ao líquido seminal de um animal desenvolver os germes de um outro que não diferia dele extremamente em forma e em tamanho (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 34).

Outra objeção mais considerável é aquela tirada de certos

híbridos, nos quais se observam partes que só provêm do macho, como o híbrido do galo com a fêmea de perdiz e que se assegura possuir pés que se assemelham perfeitamente aos do galo.

Bonnet admite que não conseguiria satisfazer a essa objeção, se o fato for tal qual é contado; mas ele duvida da perfeita semelhança entre esses pés com os do galo, solicitando um exame mais profundo (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 35).

No capítulo 5 Bonnet estuda várias outras objeções e dificuldades:

a) Por que os germes que se introduzem no corpo das fêmeas não podem se desenvolver aí sem a ajuda do líquido que é fornecido pelo macho?

Resposta. A ordem da Natureza é tal que o interior das fêmeas não contém nenhum líquido suficientemente sutil ou ativo para abrir, por ele mesmo, as malhas do germe, e começar seu desenvolvimento (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 46).

Se o coração do germe bate antes da fecundação, é de modo tão fraco que não consegue vencer a resistência dos sólidos. O líquido seminal lhe imprime um novo grau de atividade. Ele aumenta sua força impulsiva. Ele lhe dá o poder de abrir mais os canais, etc. (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 453).

b) Os germes só se introduzem no corpo das fêmeas? ou, se eles se introduzem também no corpo dos machos, por que só se desenvolvem no corpo das fêmeas?

Resposta. O tamanho extremamente pequeno dos germes, sua dispersão no ar, na água e em todos os mistos que proporcionam a nutrição dos corpos organizados não permite duvidar que eles se introduzam no corpo dos machos em número tão grande quanto no das fêmeas. Mas como só elas possuem órgãos destinados a retê-los, desenvolvê-los e fazê-los crescer, é apenas nelas que se pode efetuar a geração (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 47).

c) Os germes de uma mesma espécie são todos iguais e semelhantes?

Diferem apenas pelos órgãos que caracterizam o sexo? Ou existe entre eles uma diversidade análoga à que observamos entre os indivíduos de uma mesma espécie de planta ou de animal?

Resposta. Se considerarmos a imensa variedade que reina na Natureza, a última opinião nos parecerá mais provável. Talvez seja menos pela contribuição dos sexos do que pela configuração primitiva dos germes que dependa a variedade que notamos entre os indivíduos de uma mesma espécie.

Acerca desta questão, Bonnet ainda acrescenta:

Admitirei no entanto que existem traços de semelhanças entre os filhos e os que lhes deram a luz, que ainda não consegui explicar pela hipótese que proponho ...

As doenças hereditárias dão menos dificuldade. Concebe-se facilmente que sucos viciados devem alterar a constituição do germe e se essas mesmas partes que são afetadas no pai ou na mãe o são no filho, isso vem da conformidade dessas partes, que as torna suscetíveis às mesmas alterações.

Além disso, as deformidades corporais provêm geralmente de doenças hereditárias, o que diminui muito a dificuldade da qual falei. Os sucos que devem ser levados a certas partes, por estarem mal condicionados, farão que essas partes se desfigurem mais ou menos, dependendo de se encontrarem mais ou menos dispostas a receberem essas más impressões (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 49).

Bonnet coloca como seria a explicação para a formação de um corcunda, um nariz excessivamente longo, olhos de uma certa cor, etc. ?

Inicialmente ele não vê uma solução para essas dificuldades, porém como não se conhecia até onde se estendia a ação dos fluidos nos sólidos e o que podiam realizar as diferentes distribuições ou

combinações dos primeiros, não se podia afirmar muita coisa:

Os que disseram que o líquido seminal é um extrato do corpo organizado e que estenderam essa expressão a todas as partes sólidas não têm dificuldade em se livrar dessa dificuldade. Mas peço que me digam o que é o extrato de uma corcunda, de um nariz, de um olho? Poderíamos imaginar que os corpúsculos que se destacam continuamente dos sólidos nos movimentos vitais, são levados aos órgãos da geração, seu reservatório comum? (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 69).

Sobre a influência da mãe nos filhos, Bonnet coloca que muitos admitem que a fêmea fornece um líquido prolífico e esse líquido produziria modificações nos germes análogas às que são produzidas pelo esperma do macho. Mas Bonnet coloca em dúvida a existência desse líquido, pois fêmeas que concebem muito bem não emitem nenhum líquido no ato da geração e ainda:

Se elas [as fêmeas] fossem dotadas [de um líquido prolífico], não se veria por que um Quadrúpede ou um Pássaro não se multiplicariam sem coito, do mesmo modo que um Pulgão (BONNET, *Considérations sur les corps organisés*, p. 447).

Portanto, parece que é muito difícil para Bonnet explicar a influência da mãe nos filhos, pode-se dizer que a mãe não influencia, na hipótese de "encaixamento", pois o germe já vem formado dentro dela e, por isso, é semelhante a ela; se o germe vem de fora, fica muito difícil explicar a semelhança com a mãe; já a influência dos pais pode ser explicada como vimos anteriormente (parte 4.3).

5 RESUMO

Neste capítulo tentamos detectar a influência de René Descartes nos naturalistas posteriores a ele como Maupertuis, Buffon e Bonnet.

Apesar de Descartes não ter trabalhado especificamente com a questão da geração e não ter esclarecido de forma direta a dúvida sobre o sêmen, ele contribuiu com o questionamento feito acerca da atuação da alma sobre o corpo, ou seja, ele separou a fisiologia da alma, procurando atribuir todos os fenômenos a causas físicas e mecânicas. O corpo humano funcionaria como uma máquina, a alma não estaria ligada à geração de forma tão íntima como ocorria com Aristóteles e Harvey, por exemplo.

Parece que Descartes aceitava a mistura de sêmens na concepção, um sêmen servindo de fermento para o outro. Eles se aquecem, se agitam, dilatam e empurram as partículas, se colocando pouco a pouco, formando assim os membros independentemente da alma; e assim será discutida a geração no século XVIII.

A idéia de uma epigênese de tipo semelhante à Descartes é aceita por Maupertuis e Buffon e negada por Bonnet.

Maupertuis atribui a forças atrativas e repulsivas o comando da geração; Buffon relaciona a alimentação com moléculas orgânicas que seriam responsáveis pela formação e semelhanças do novo ser; e Bonnet considerando a geração como o início do desenvolvimento do germe preformado.

A discussão no século XVIII acerca da reprodução de um novo ser gira em torno da questão do preformismo: Há ou não um germe preformado no óvulo ou no espermatozóide?

Maupertuis parece recusar essa idéia de preformação. Ele a descreve em sua obra *Vénus Physique* colocando as idéias defendidas pelos "ovistas" e por aqueles que acreditavam que o espermatozóide continha um pequeno animal já formado. Porém ele deixa clara sua crença na mistura de sementes como sendo a responsável pela concepção. Apesar disso ele não consegue elaborar um mecanismo satisfatório para explicar tal crença.

Maupertuis se utiliza de analogias com a Química para tentar esclarecer suas idéias. Na Química admitia-se a existência de

forças seletivas, ou relações entre as substâncias que permitiam que as substâncias se combinassem. Assim, em cada uma das sementes deveriam existir partes destinadas a formar o coração, o braço, o olho, e cada uma dessas partes tem uma relação de união com aquela que deve ser sua vizinha. Maupertuis especula que além das partes semelhantes de cada semente se unirem, ou seja, as partes do braço da mãe se unem com as partes do braço do pai, essa união tem uma relação de uma segunda união com sua parte vizinha que é a mão ou o tronco, e assim por diante; dessa forma, o novo ser vai se formando.

Maupertuis discute também a função dos "animais espermáticos" e sugere que eles serviriam para movimentar os sêmens e para formar as partes mais distantes, facilitando a união das que irão se fundir.

Além disso Maupertuis discute a formação de monstros que ocorreriam por uma força atrativa fraca, então teríamos monstros por deficiência, pois as partes se encontrariam muito afastadas ou inexistiriam; ou ainda monstros por excesso, onde partes supérfluas de um embrião se uniriam a partes cuja união já era suficiente para formar um embrião completo.

Buffon também se posiciona contra o preformismo. Sua idéia de geração se baseia na existência de uma matéria viva distinta da matéria bruta, sendo esta matéria viva composta de moléculas orgânicas. Essas moléculas são responsáveis pelo desenvolvimento e reprodução do organismo; elas se encontram na natureza e são comuns a todos os seres, tanto animais como vegetais; são ainda compostas de parcelas incorruptíveis e indestrutíveis.

Buffon propõe um mecanismo pelo qual essas moléculas orgânicas seriam incorporadas, ajudando a desenvolver um organismo que se torna apto a gerar um ser semelhante. Nesse mecanismo Buffon indica um tipo de molde interno que existiria em cada ser, desde o momento de sua concepção. Esse molde seria como uma forma oca de cada indivíduo onde cada molécula orgânica iria se agrupando conforme sua afinidade, ou seja, a molécula que contém uma "lembrança" do braço, pois já existiu em um braço, irá se fixar no molde do braço e assim por diante, até que o organismo tenha se desenvolvido satisfatoriamente.

A partir de uma determinada idade, que para Buffon coincide com a puberdade, as moléculas orgânicas que continuam entrando pela alimentação vão se tornando supérfluas, pois o molde já está completo. Então, essas moléculas, que já passaram pelo molde completo, portanto têm uma lembrança de suas partes, vão se reunir nos testículos masculinos e femininos, onde vão constituir os "licores seminais". Quando esses licores se misturam, no momento da concepção, essas moléculas irão se reagrupar novamente no novo molde interior do feto.

A formação desse feto ocorre depois da mistura, no interior do útero da mãe. Buffon indica a existência de um eixo, ou centro de reunião que serve de apoio para as moléculas; esse eixo é composto pelas moléculas dos órgãos sexuais que são diferentes nas duas sementes. Assim, o que determinará quais moléculas entrarão em maior quantidade na formação do novo ser é a proximidade a que essas moléculas estarão do ponto de apoio ou do centro de reunião. Então, se as moléculas maternas responsáveis pela formação do nariz, estiverem mais próximas do centro de reunião do que as paternas, o novo indivíduo terá um nariz parecido com o da mãe e assim por diante.

Charles Bonnet, como vimos, tem uma proposta diferente de Maupertuis e Buffon. Ele admite que o novo ser já existe dentro do óvulo. Bonnet indica evidências de que, dentro da gema do ovo, já existem todas as partes do embrião, porém não são visíveis pois são transparentes e quase líquidas. Assim, a geração seria apenas o começo do desenvolvimento.

Além de admitir que o germe está no óvulo, Bonnet também coloca que esses podem estar espalhados por toda parte ou ainda estarem encaixados uns dentro do outro, como pequenas estátuas umas dentro de outras. Apesar de não se posicionar fortemente entre essas duas opiniões, Bonnet prefere a idéia de encaixamento, porém não supõe que este seja ao infinito, como posteriormente outras pessoas irão criticá-lo.

Bonnet mantém suas idéias baseando-se em observações que ele fez, como o caso da partenogênese nos pulgões, e em observações que lhe foram comunicadas, como é o caso da cebola de jacinto. Portanto, na época, suas conclusões não parecem absurdas.

Bonnet admitia que além do germe preformado no óvulo, existiam germes parciais no corpo, e isso explicaria como um determinado órgão poderia se regenerar. Assim, na ponta da pata do caranguejo que foi amputada, existem germes parciais que irão desenvolver somente aquela parte da pata.

Para Bonnet conseguir explicar que a geração é apenas o início do desenvolvimento, ele supõe um modelo de desenvolvimento e assimilação de alimentos: a) Para Bonnet o líquido seminal continha os elementos de todas as partes do corpo organizado, como um tipo de extrato do corpo; b) esse líquido quando entra em contato com o germe (que está no óvulo), é separado e selecionado pelos canais do mesmo; c) O líquido seminal levado aos órgãos de circulação do germe, os dilata, sendo esta dilatação naturalmente seguida pela reação do canal sobre o líquido e a circulação começa; d) No germe não fecundado não ocorre nenhuma circulação, tudo está em repouso e tudo é sólido; e) já no germe fecundado, onde a circulação ocorre por meio da passagem do líquido seminal, há condições de receber os sucos que o útero lhes envia e o desenvolvimento se processa.

O líquido seminal, além de ser o estimulante da geração, pode também deixar impressões no futuro feto, o que explicaria a semelhança da prole com o pai; porém não pode criar nada de novo, apenas modifica aquilo que já existia. Bonnet também acreditava que somente a parte líquida do sêmen masculino é que possuía efeitos de fecundação baseando-se em relatos do Abade Spallanzani.

Outra questão abordada por Bonnet, porém com certa dificuldade de esclarecimento, é sobre a semelhança de prole e progenitores; quanto à influência paterna parece razoável admitir que o líquido seminal possa modificar algo, porém quanto à influência materna o esclarecimento é mais difícil, pois apesar do germe estar preformado no corpo da mãe esta não pode modificá-lo, pois não envia nenhum tipo de "sêmen" ao germe, ou seja, o germe está contido na própria semente feminina. Bonnet conjetura sobre a formação do sêmen imaginando que os órgãos de geração masculinos e femininos fossem uma representação das principais vísceras do animal e isso poderia explicar tanto a semelhança dos filhos com o pai como com a mãe, porém não esclarece como isso poderia ocorrer.

Além disso Bonnet faz algumas críticas à Buffon, discorre

sobre híbridos e monstros e coloca objeções e dificuldades que sua teoria poderia suscitar e tenta respondê-las.

Com esses trabalhos, no século XVIII, tornam-se claros vários dos problemas que devem ser discutidos em qualquer teoria de geração e herança, introduzindo-se tópicos que não eram discutidos, por exemplo, por Harvey: o processo de crescimento, a regeneração de partes amputadas, os diferentes tipos de reprodução, etc. Nenhuma das teorias propostas foi aceita como plenamente satisfatórias, mas elas preparam o caminho para os trabalhos do século XIX.

CAPÍTULO 4: UNIDADES FISIOLÓGICAS DE HERBERT SPENCER

O cientista não estuda a natureza por ela ser útil; estuda-a porque lhe apraz, e lhe apraz por ser bela. Se a natureza não fosse bela, não mereceria ser conhecida, e se não merecesse ser conhecida, não valeria a pena viver.

Henri Poincaré

1 INTRODUÇÃO

Herbert Spencer (1820 - 1903) foi um filósofo inglês que realizou uma influente síntese do conhecimento, onde o indivíduo predomina sobre a sociedade e a ciência sobre a religião.

De acordo com Spencer, a filosofia é uma síntese de princípios fundamentais das ciências especiais, um tipo de *summa* científica para substituir o sistema teológico da Idade Média. Spencer pensava a unificação em termos da noção de desenvolvimento, e seu projeto todo foi sugerido, por ele mesmo, através da evolução das espécies biológicas. Em artigos intitulados *The development hypothesis* (1852 - 54) ele rejeita a noção de criação especial. Deve-se notar que Spencer publicou suas idéias sobre evolução das espécies biológicas antes que as idéias de Darwin e Wallace fossem conhecidas; Spencer achava, naquela época, que a evolução era causada pela herança de caracteres adquiridos, ou seja, ele acreditava que alterações causadas no organismo de um animal particular, por forças externas, poderiam ser passadas aos seus descendentes. Mas também desenvolveu depois, independentemente de Darwin e Wallace, uma concepção sobre a "luta pela sobrevivência" semelhante à seleção natural.

Spencer tem uma grande obra publicada, que discute desde princípios da psicologia (1855, 1872), da sociologia (1876-96), da ética (1892-93), política, educação, moral.

Embora sua preocupação maior e seu objetivo último fossem o

estudo psicológico e sociológico do ser humano, procurou fundamentar suas idéias em noções amplas da ciência como a Física, Química, Biologia. Manteve-se atualizado sobre os desenvolvimentos científicos de sua época, estudando-os, comentando-os e às vezes utilizando-os para aperfeiçoar suas idéias. Ao longo de seu trabalho, Spencer se assessorava junto a especialistas. Na primeira edição de seu *Principles of Biology* agradeceu a T. H. Huxley e a J. D. Hooker, por exemplo. Na edição revista de sua obra, ao final do século, agradece no prefácio o trabalho de revisão feito por W. H. Perkin (Química Orgânica), A. G. Transley (Morfologia e Ecologia Vegetal), E. W. Mac Bride e J. T. Cummिंगla (Morfologia Animal), e W. B. Hardy (Fisiologia Animal) (SPENCER, *Principles of Biology*, v.1, p. vi)

Na área de Biologia, Spencer é mais conhecido por seu trabalho relacionado à evolução, e pouca coisa se discute sobre sua idéia de herança, principalmente a idéia de herança de caracteres adquiridos que parece ter sido importante para a sua idéia de evolução.

Spencer parece ter influenciado vários autores de sua época, como Charles Darwin, que já na primeira edição (1868) de seu livro *The variation of animals and plants under domestication* onde discute sua teoria de herança, coloca que sua hipótese da pangênese era semelhante e baseada na concepção de outros autores, citando especialmente Herbert Spencer. Porém, depois concluiu que se tratava de coisas diferente. (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, p. 375).

Essas idéias de herança de Herbert Spencer se encontram nos dois volumes de sua obra *Principles of Biology*, que teve a primeira edição publicada em 1864 e uma edição revista e ampliada em 1898. Nessa obra, Spencer discute, entre outras coisas, a hereditariedade: idéia essa que será aqui colocada em detalhes. No entanto como ele relaciona a hereditariedade a outros fenômenos, estes serão também discutidos. Na edição revista de 1898, Spencer leva em conta os desenvolvimentos mais recentes da área e discute, em particular, os trabalhos de Weismann. No entanto o presente trabalho só levará em conta o conteúdo da primeira edição, que foi a que influenciou Darwin.

1.1 Visão geral dos Princípios da Biologia de Herbert Spencer

Spencer dá grande importância em seu trabalho, à regeneração, ou seja, a capacidade dos organismos se completarem novamente, após alguma perda. Porém, antes de analisar este fato, Spencer, estuda o reparo como uma consequência de um desgaste. Para Spencer, quanto maior for o movimento produzido por um animal, maior será o desgaste sofrido, e dá exemplos como animais de sangue quente e de sangue frio. Procura estabelecer a existência de uma tendência de todo o organismo a retornar ao estágio de integridade.

A regeneração, para Spencer, é algo mais complexo que esse retorno à forma íntegra, pois ele observa que de um pequeno pedaço de animal (Hydra) ou de planta (begônia) pode-se conseguir um indivíduo inteiro. Ele explica essa capacidade de regeneração como uma tendência inata de auto-organização específica, contida em unidades vivas.

Spencer passa então a discutir como são e onde estão essas unidades vivas portadoras de tais tendências. Ele as chama de "unidades fisiológicas", e procura estabelecer que elas devem ser intermediárias entre as moléculas químicas e as unidades morfológicas, (células) ou seja: é algo menor que a célula, pois está dentro dela; mas não é uma molécula química simples, e sim um complexo dessas moléculas. Spencer discute detalhadamente os fatos que o levaram a tal conclusão.

As unidades fisiológicas possuidoras de tal tendência são consideradas as responsáveis pela regeneração e transmissão de caracteres de geração para geração, estando presentes em todas as células do organismo.

A seguir Spencer passa a discutir a origem de um organismo, fenômeno que ele chama de "gênese", se detendo mais no processo de "gamogênese", que já é conhecido por ele como a formação de um indivíduo a partir da união de duas células produzidas por organismos diferentes.

Spencer chama as "células gaméticas"¹ de células espermáticas (espermatozóides) e células germinativas (óvulos). Ele as considera indiferenciadas, ou seja, sem nenhuma função especial além de carregarem as unidades fisiológicas, sendo portanto, semelhantes a uma célula epitelial indiferenciada.

As células espermáticas e germinativas são também incapazes de evoluir, pois precisam se unir a outras para se desenvolverem. Spencer discutirá no capítulo 7 da obra referida, os detalhes e os fatos que o conduziram a tal consideração.

No capítulo 8 Spencer discutirá a hereditariedade, procurando estabelecer leis gerais, baseadas em fatos que coloca ao longo do capítulo.

Ele considera que:

- a) Os indivíduos se assemelham a seus progenitores, sendo que as características são transmitidas através da tendência das unidades fisiológicas a se auto arranjarem em uma forma específica.
- b) Todas as características têm uma tendência a serem transmitidas, inclusive as variações menores e individuais; as características adquiridas durante a vida; e as características limitadas ao sexo.
- c) Existem características de ancestrais mais remotos que reaparecem na prole: atavismo.

Esses fatos são detalhadamente analisados no presente capítulo, apresentando-se a explicação dada por Spencer bem como sua conclusão.

Outro item ainda a ser discutido é a variação e suas causas, a saber: a) variação entre os progenitores; b) variação funcional nos pais; c) "causa espontânea". Nesta discussão, Spencer conecta a variabilidade do mundo vivo com as unidades fisiológicas.

Na segunda parte deste capítulo serão comparadas as idéias de herança de Spencer e Darwin, examinando-se suas semelhanças e diferenças.

¹ Este termo está sendo colocado entre aspas, pois é um conceito moderno, significando células sexuais (óvulo e espermatozóides). Spencer se refere em geral a essas células como células espermáticas e células germinativas, embora em alguns pontos use a palavra "gameta" (por exemplo, Principles of Biology, v. 1, p. 279).

2 DESGASTE E REPARO

No capítulo 4 do primeiro volume de *Principles of Biology*, Spencer discute o desgaste e o reparo dos organismos vivos, ou seja: se há algum tipo de desgaste no corpo de um indivíduo, deve haver um reparo dessa parte gasta. Esse desgaste é observável, para Spencer, pelas perdas de peso de animais ativos mantidos em jejum.

Para Spencer, existe uma relação direta entre desgaste e movimento, ou seja, quanto mais movimento produza um animal, maior será o desgaste:

Répteis que também se mantêm em baixas temperaturas, e passam a maior parte de suas vidas em estado de torpor, sofrem uma menor diminuição de massa por desgaste, enquanto que nos animais de ordens superiores, que são ativos e de sangue quente, nós observamos que o desgaste é rápido... (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 214).

O reparo é para Spencer uma consequência do desgaste, e quanto menor for a atividade do indivíduo, mais rápido será o reparo:

Assim, todos nós sabemos que aqueles que estão saudáveis, sentem maior retorno do vigor depois de um profundo sono - depois de completa cessação do movimento (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 216).

Sendo assim, todo organismo tem uma tendência para retornar ao estágio de integridade, assimilando matéria nova quando esta já foi gasta em consequência de alguma atividade .

Para Spencer não é fácil entender como ocorre a reparação dos órgãos; assim ele conjetura:

Se no sangue existissem unidades já formadas, de tipos exatamente iguais aos daquelas de que

cada órgão consiste, a separação destas unidades, terminando com a união de cada tipo com grupos já existentes do mesmo tipo, seria meramente um bom exemplo de segregação (SPENCER, Principles of Biology, v.1, p. 221).

Se assim fosse, isso seria análogo, conforme Spencer, a uma mistura de sais, que se depositam separadamente depois de um tempo, em forma de cristais diferentes, porém:

... embora a assimilação seletiva pela qual o reparo de órgãos é efetuado, possa resultar em parte de uma ação deste tipo, os fatos não podem ser totalmente explicados assim, pois os órgãos são feitos em parte de unidades que não existem como tais nos fluidos circulantes. Nós deveríamos supor, como sugerido no parágrafo 54, que grupos de unidades compostas têm um certo poder de moldar materiais adequados adjacentes, em unidades semelhantes a si (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 221).

Spencer procura mostrar que o organismo possui esse poder de moldagem, da seguinte maneira: se um indivíduo contrai uma doença como escarlatina ou catapora e depois é curado, esse indivíduo já não é como antes, pois agora ele não contrai novamente a doença; e Spencer supõe que essa é uma mudança ocorrida no sangue.

Uma vez que a mudança ocorreu ela pode ser mantida pela vida toda. E aqui parece estar a prova da força assimilativa do sangue: pois não parece existir outro modo de explicar esses casos a não ser admitindo que as partículas alteradas tenham o poder de tornar semelhantes a elas próprias, todas aquelas pelas quais estão sendo substituídas; em outras palavras, todo o sangue que é formado depois dessa doença se

desvia da composição natural, de tal forma a adquirir a peculiaridade gerada pela doença: ele se forma de acordo com o modelo alterado. Ora se as moléculas compostas do sangue, ou de um organismo considerado como um todo, possuem um poder de moldar conforme seu próprio tipo as matérias que absorvem como nutriente; e se, quando seu tipo foi alterado por doença, possuem o poder de moldar materiais recebidos depois conforme o tipo modificado; não podemos nós suspeitar razoavelmente que moléculas mais ou menos especializadas de cada órgão possuem, de forma semelhante, o poder de moldar materiais que o sangue lhes traz, em moléculas especializadas semelhantes (SPENCER Principles of Biology, v. 1, p. 222).

Spencer quer defender a idéia de que no sangue existe algo que tem o poder de moldar a matéria que recebe, e ele dá exemplos que parecem somente poder ser explicados dessa maneira. Ele está pressupondo que a doença atinge o sangue, e que é aí que fica contida alguma "informação"²; porém, o sangue vai sendo renovado; então depois de algum tempo, se não ocorresse uma moldagem dessas novas moléculas, o sangue renovado não teria mais nenhuma marca da doença, ou seja, a imunidade desapareceria. Porém, como ocorre no caso apresentado por ele, a imunidade é mantida. Assim, o novo sangue que vai sendo formado também é diferente, supostamente porque as moléculas vão sendo moldadas de forma diferente da forma anterior à doença.

O argumento é interessante, e mostra de fato uma mudança estrutural do organismo (não necessariamente de sangue) que se mantém indefinidamente.

² Spencer não usa a palavra "informação", porém ela será aqui utilizada por não encontrar uma outra que expresse tão bem a idéia em questão.

3 REGENERAÇÃO

O que deveríamos dizer da habilidade que um organismo tem de se recompletar quando uma de suas partes foi cortada? Será do mesmo tipo da habilidade de um cristal danificado se recompletar? Em ambos os casos, deposita-se nova matéria de modo a restaurar o perfil original. E se no caso do cristal nós dizemos que o agregado todo exerce sobre suas partes uma força que obriga as novas moléculas que se integram, a tomar uma forma definida, pareceríamos obrigados, no caso do organismo, a assumir uma força análoga (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 222-3).

Spencer está aqui explorando uma possibilidade, porém não está se comprometendo, ainda, com nenhuma postura. O que está sendo colocado aqui é o seguinte: No caso dos cristais, as moléculas deste se unem, e a forma do cristal é determinada pela composição da própria molécula. Ocorrerá algo semelhante nos seres vivos? Quando se corta a cauda de uma lagartixa, ela cresce novamente, com a mesma forma. Como isso ocorre?

...E contemplando esses fatos conectados com vários outros semelhantes, sugere-se a hipótese de que a forma de cada espécie de organismo é determinada por uma peculiaridade na constituição de suas unidades - que essas têm uma estrutura especial na qual tendem a se organizar, semelhante a estrutura das unidades mais simples da matéria inorgânica (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 223).

Ele dá exemplos como o pedaço de uma folha de begônia que pode se desenvolver em uma nova planta, e o fragmento de uma hidra em um animal, porém ele é bem claro ao colocar que isso não implica que

existam modelos pré-formados do organismo todo:

Qual é a consequência disto? Nós não podemos dizer que em cada porção da folha de begônia, e em cada fragmento do corpo da hidra, exista um modelo previamente formado do organismo inteiro. Mesmo se houvesse garantia da doutrina de que o germe de cada organismo contém um perfeito organismo em miniatura, mesmo assim não se poderia manter que cada parte considerável de um organismo perfeito resultante de tal germe, contenha outra miniatura (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p 224).

Ele está aqui discutindo a hipótese de que no germe existe uma miniatura do organismo (preformismo), desenvolvido nos séculos XVII e XVIII, e que tentava explicar o processo de reprodução. Como vimos (capítulo 3), Bonnet estudou o processo de regeneração e o utilizou como evidência favorável à hipótese da existência dos germes. Para Spencer, mesmo se isso fosse aceito, não quer dizer que cada parte do organismo poderia ter uma miniatura do organismo todo, pois esta parte teria que conter a miniatura do germe do organismo, que conteria uma miniatura do mesmo e isso levaria a uma regressão ao infinito, o que é um absurdo³. De algum modo, cada parte da begônia e da hidra sabe reconstituir o organismo todo; mas não pode ser através de uma miniatura do organismo que isso ocorre.

A implicação parece, portanto, ser que as partículas vivas que compõem um desses fragmentos, têm uma tendência inata a se auto arranjarem na forma do organismo ao qual elas pertencem. Devemos concluir que as unidades ativas que compõem uma planta ou animal de alguma espécie possuem uma aptidão intrínseca a

³ Bonnet não aceitava um "encaixamento" de um número infinito de germes uns dentro dos outros, apenas um número finito.

se agregarem na forma desta espécie. Parece difícil conceber que isto possa ocorrer assim; mas nós vemos que é assim. Grupos de unidades tiradas de um organismo (desde que sejam de um determinado volume e não muito diferenciadas em estruturas especiais) *possuem* este poder de se rearranjarem (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 224; palavra grifada no original).

Ele observa que um pedaço de uma planta (desde que não muito pequeno e não muito diferenciado) vai se reconstituir e dar uma planta inteira. Isso é um *fato*, e uma *explicação* para isso poderia ser a existência de uma miniatura da planta em cada pedaço da mesma. Porém Spencer diz que podemos aceitar o fato sem ter essa explicação.

O que Spencer está colocando é que ao invés de se considerar germes em miniatura dentro do organismo, podemos e devemos concluir que existem unidades vivas que têm uma tendência inata a se auto arranjarem na forma da espécie às quais elas pertencem. É uma suposição mais abstrata do que a de modelos em miniatura. Nem aqui, nem em outros locais, Spencer indicará um mecanismo de ação para esse poder.

4 UNIDADES FISIOLÓGICAS

Agora Spencer discutirá onde estão e como são essas unidades que possuem o poder de se estruturar com uma forma definida.

Não pode ocorrer que as moléculas de albumina, fibrina ou gelatina, ou outro proteído, possuam este poder de se agregar nessas formas específicas; pois em tais casos não haveria nada que pudesse explicar as dessemelhanças dos diferentes organismos (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 225).

Spencer supõe aqui que todos os seres vivos contenham as mesmas proteínas; então, o que diferenciaria um animal do outro, se as moléculas são iguais? "Portanto, o que nós podemos chamar de *unidades químicas* claramente não possuem essa propriedade" (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 225).

Nota-se que, na época em que Spencer publica esta sua obra, não é conhecida ainda a estrutura das proteínas e sua complexidade não é sequer imaginada. Evidentemente Spencer está trabalhando dentro das limitações de seu tempo.

Por outro lado, esta propriedade não pode residir naquilo que pode ser distinguido grosseiramente como *unidades morfológicas*. O germe de cada organismo é uma porção diminuta de protoplasma envolto, comumente chamado de célula. É pela multiplicação de células que todas as mudanças de desenvolvimento inicial ocorrem. Os vários tecidos que sucessivamente se originam no organismo que está se desdobrando, são primariamente celulares, e em muitos deles a formação de células continua a ser, durante a vida toda, o processo pelo qual ocorre a reparação. Embora as células sejam, de um modo tão geral, os componentes últimos visíveis de um organismo, que podem com alguma mostra de razão ser chamadas de unidade morfológica; no entanto, não podemos dizer que essa tendência a se agregar em formas especiais reside nelas (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 225).

Spencer dá aqui, alguns motivos para isso: primeiro que alguns tecidos podem se formar sem a formação de células, portanto, não são as células as responsáveis por essa formação. Nota-se que a teoria celular é ainda uma teoria recente, em 1864; ainda havia dúvidas sobre se elas de fato geravam todos os tecidos dos seres vivos.

Mas a prova conclusiva de que as unidades morfológicas não são os fatores construtores em um organismo composto por elas, é dado pelos seus homólogos independentes, que são os organismos unicelulares. Pois cada um deles mostra o poder de assumir sua estrutura específica (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 225).

Ou seja: os organismos unicelulares são diferentes uns dos outros possuindo estrutura complexa. Se o poder de organização dependesse de uma célula inteira, só se poderia ter nessa célula a capacidade para formar a estrutura em volta, mas basicamente não existiriam seres unicelulares diferentes uns dos outros .

Claramente, se a habilidade de um organismo multicelular de assumir sua estrutura específica resultasse da cooperação de suas células componentes, então uma única célula, ou o homólogo independente de uma única célula, não tendo outras para cooperar com ela não poderia exibir traços estruturais (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 225-6).

Para localizar essas unidades com tendências a se auto arranjarem, Spencer exclui as moléculas químicas, como já vimos; ele passa então a considerar a possibilidade de serem as células as portadoras dessa tendência. Mas em um ser unicelular, precisa haver uma informação de como essa célula única vai se organizar, ou seja, essa informação tem que estar contida em algo menor que a própria célula.

Se, portanto, esta polaridade orgânica (como nós podemos chamar essa tendência ao arranjo estrutural específico) não pode ser possuída nem pelas unidades químicas, nem pelas unidades morfológicas, devemos concebê-la como sendo

possuída por certas unidades intermediárias, que podemos chamar *fisiológicas*. Não parece haver alternativa além de supor que as unidades químicas se combinam em unidades imensamente mais complexas que elas próprias, apesar de elas já serem complexas; e que em cada organismo as unidades fisiológicas produzidas por esta composição posterior de moléculas altamente compostas, possuem um caráter mais ou menos distinto (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 226).

Ou seja: as "unidades fisiológicas" são produzidas pela composição altamente complexa das unidades químicas, mas não são as próprias moléculas.

Devemos concluir que em cada caso alguma diferença de composição das unidades ou de arranjos de seus componentes, levando a alguma diferença em seus intercâmbios de forças, produz alguma diferença na forma que seus agregados assumem (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 226).

As diferenças entre essas unidades fisiológicas poderiam ser: ou nos tipos de moléculas que elas têm; ou na *organização* dessas moléculas. É algo análogo àquilo que supomos para o DNA, ou seja, as partes que compõem o DNA são iguais para todos os indivíduos, só que o modo como elas se estruturam é diferente.

Na época da primeira publicação dessa obra (1864), já se sabia que a célula era envolta por uma membrana e que possuía um núcleo; porém, a função desse núcleo era ainda incerta. Até a década de 1870, célula e protoplasma eram considerados quase como sinônimos e o núcleo era visto como um componente celular não muito importante e que poderia estar presente ou ausente. De fato, acreditava-se estar ausente na maioria das células durante a parte do ciclo nuclear (MAYR, *The growth of biological thought*, p. 655).

Portanto, Spencer não deveria ter nenhum suporte teórico para acreditar que o núcleo (ou o que estivesse dentro dele) fosse o responsável pela transmissão de caracteres. Spencer procurou fazer o melhor uso possível dos fatos que conhecia e tirou deles conclusões interessantes.

Atualmente sabemos que cada célula somática de um organismo contém toda a informação genética do organismo, no seu DNA; e que o DNA não é uma miniatura do organismo. A concepção geral atingida por Spencer não é alterada, foi apenas aperfeiçoada, nesse aspecto, pelas descobertas posteriores. Poderia parecer quase uma mágica que Spencer pudesse "adivinhar" isso. Mas não se trata de mera especulação sem fundamento. Ele utiliza fatos e tira dos mesmos as conclusões mais gerais possíveis.

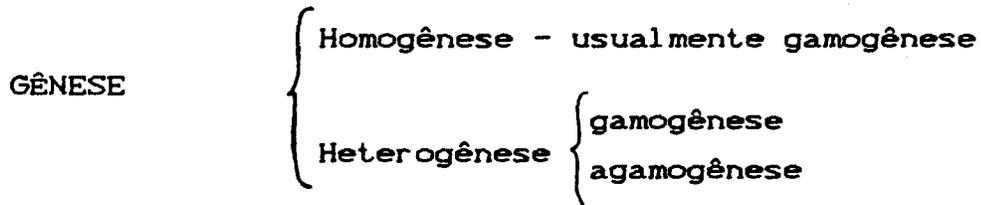
5 GÊNESE

No capítulo 7 Spencer discutirá a "gênese", título esse considerado mais amplo, para incluir todas as formas de origem de novos organismos, pois "Para alguns biólogos o termo Geração foi usado para significar um método de multiplicação, Reprodução para significar outro método." (SPENCER, Principles of Biology, v.1, p. 269).

Spencer inicialmente indica que a gênese de um ser pode manifestar características semelhantes por gerações sucessivas como também pode apresentar características que diferem de seus progenitores (gerações alteradas). Denomina esses dois processos de "homogênese" e "heterogênese",⁴ respectivamente.

⁴ Na época o nome "heterogênese" era mais usado para significar uma forma de "geração espontânea".

Spencer faz a seguinte divisão:



O processo em que Spencer mais vai se deter é a gamogênese, ou seja, a origem de um organismo a partir da união de duas células (gametas) produzidas por organismos diferentes:

Os maravilhosos fenômenos iniciados pelo encontro da célula espermática e da célula germinativa, ou melhor, pelos seus núcleos, naturalmente sugere a concepção de algumas propriedades especiais e peculiares possuídas por essas células (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 280).

Apesar de inicialmente Spencer considerar que as células sexuais são diferenciadas das demais, ele segue colocando que existem evidências que nos levam a concluir que essas células gaméticas são iguais às outras:

O primeiro fato que aponta para essa conclusão é o fato recentemente tratado (§ 63), que em muitas plantas e animais inferiores, um pequeno fragmento de tecido, que é pouco diferenciado, é capaz de se desenvolver em um organismo como aquele do qual foi tirado. Isto implica que as unidades componentes dos tecidos possuem poderes inerentes de se arranjar na forma dos organismos que os originaram. E se nessas unidades componentes, as quais nós distinguimos como fisiológicas, tais poderes existem sob condições adequadas, e quando não muito especializadas, manifestam tais poderes de uma

forma tão marcada como naquelas onde o conteúdo das células espermáticas e das células germinativas se manifestam; então, torna-se claro que as propriedades das células espermáticas e células germinativas não são tão peculiares como poderíamos supor (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 280-1).

Ou seja: a característica básica do óvulo fecundado, que é a de produzir a formação de um novo ser, existe também nas outras células do organismo.

Outro argumento que ele dá nesse sentido é que os órgãos que expõem os espermatozóides e os óvulos, não possuem nenhuma estrutura especializada que pudesse produzir células com propriedades diferentes de todos os outros agentes orgânicos:

Ao contrário, esses centros reprodutivos procedem de tecidos caracterizados por sua baixa organização... As células das quais vêm os óvulos (*egg*)⁵ e os grãos de pólen, são formadas de um tecido indiferenciado no interior do ovário (*ovule*) e do estame. Entre muitos animais inferiores desprovidos de órgãos reprodutivos especiais, tais como a Hidra, os ovos e os espermatozóides originam-se de células intersticiais do ectoderma, que ficam entre as bases de suas células funcionais, que não se diferenciaram para uma função; e na medusa, de acordo com Weismann, elas surgem na camada homóloga, salvo quando a forma medusóide

⁵ Serão colocados entre parênteses os termos usados por Spencer que podem causar confusão, uma vez que não são tão distintos como hoje em dia.

permanecer presa, e então elas surgem do endoderma e migram para o ectoderma: em todos os casos está implícita uma falta de especialização (SPENCER, Principles of Biology, v.1, p. 281).

Spencer coloca ainda que em animais superiores esses agentes gerativos parecem ser meramente células epiteliais especializadas, e então pergunta por que outras células epiteliais não exibem essa propriedade:

Primeiro porque outras células epiteliais usualmente mudaram tanto para se adequarem às suas funções especiais que ficaram inadequadas para assumirem a função reprodutiva. Segundo, é que em alguns casos, onde são pouco especializadas, elas de fato exibem propriedades semelhantes, não reunindo-se com outras células para produzir novos germes, mas produzindo novos germes sem tal união." (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p.281-2).

Spencer dá exemplos de pedaços de plantas que se desenvolveram em plantas inteiras como o caso explícito da *Begonia phyllomaniaca*. Ele se utiliza novamente desse exemplo para não negar que as células espermáticas e as células germinativas possuam poderes fundamentalmente diferentes dos poderes dessas outras células que formaram a planta a partir de um pequeno pedaço dela. Além disso Spencer procura mostrar que os gametas masculino e feminino são do mesmo tipo:

Vários fatos tendem igualmente a mostrar que não existe a profunda distinção, que nós poderíamos assumir, entre os elementos reprodutivos masculino e feminino. No pólipó comum as células espermáticas e as células germinativas se desenvolvem na mesma camada do tecido indiferente; e na *Tethya*, uma das

esponjas, o professor Huxley observou que as células espermáticas e germinativas podem ocorrer misturadas no parênquima geral. Os grãos de pólen e as células embrionárias de plantas originam-se de partes adjacentes do tecido meristemático do broto da flor ; e da descrição de uma monstruosidade na flor de maracujá, recentemente indicado pelo senhor Salter à Sociedade Linneana, parece que os ovários (ovules) podem, na sua estrutura geral, se transformar gradualmente em anteras e que podem produzir pólen nos seus interiores (SPENCER, Principles of Biology, v.1, p. 282-3).

É interessante notar aqui que Spencer dá exemplos que são aceitos pela comunidade da época, mas que para um leitor moderno parecem estranhos, como o caso acima referido de um ovário produzir grãos de pólen. Parece claro que Spencer sabe qual é a regra geral; porém, ele está procurando excessões a essa regra. Com isso ele pode afirmar que não existe um mecanismo específico para a formação de células gaméticas.

...Além disso entre algas inferiores, que mostram o início de diferenciação sexual, os gametas menores, que podemos considerar como células espermáticas incipientes, algumas vezes são capazes de se fundirem entre si, e dar origem a um zigoto que produzirá uma nova planta (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 283).

Outro fato, colocado por Spencer, é que essas células cuja união constitui a ação essencial da gametogênese, são células incapazes de futuras evoluções. "Embora elas não sejam, como muitas células, incapazes de crescimento e metamorfose por serem altamente especializadas; no entanto perderam o poder de crescimento e de metamorfose" (SPENCER, Principles of Biology, v.1,

p. 283). Por isso , as células espermáticas e as células germinativas que não se unirem, desaparecem:

Em uma planta a célula ovo (egg-cell), se não for fertilizada, é absorvida ou dissipada, enquanto o ovário (ovule) é abortado [sic]; e o ovo (ovum) não impregnado eventualmente se decompõe, salvo nos tipos em que a partenogênese é uma parte do ciclo normal (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 283).

O que Spencer está afirmando sobre as "células gaméticas" é que elas são indiferenciadas, ou seja, não têm uma função especial, além de carregarem as unidades fisiológicas; e são como as demais células não especializadas. Porém elas são incapazes de evoluírem e são obrigadas a se unirem para poderem crescer e se multiplicar. Ele não explica o motivo dessa incapacidade, pois seria normal imaginarmos que células não especializadas tenham a capacidade de evoluir em células mais especializadas. Porém o fato observado de que um óvulo não fertilizado e os espermatozóides não unidos aos óvulos desaparecem, ou seja, são reabsorvidos pelo organismo, levou Spencer a concluir que existe a necessidade de união dessas células para que elas se desenvolvam. A meiose era então desconhecida. A única explicação que ele dá é a de que elas são células que "alcançaram um estado de equilíbrio". (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 283).

Segundo Taton, por volta de meados do século XIX a teoria celular já tinha sido consagrada e generalizada para os dois reinos (CAULLERY, M. e LEROY, L. F. Teoria celular. Citologia. Histologia, p. 138). Ou seja; já se aceitava que todas as partes do corpo eram constituídas de células e isso também era verdadeiro para as gônadas que produziam células gaméticas. Porém, a divisão celular foi apenas elucidada entre os anos de 1870 e 1890 (CAULLERY, M. e LEROY, L. F. Teoria celular. Citologia. Histologia, p. 138). Até então não haveria motivo para se considerar as células gaméticas como células especializadas e diferentes das demais, pois o fato já observado e comentado na época, de que uma parte de uma

planta ou de um animal poderia se regenerar formando outro indivíduo completo, colocava em igualdade funcional todas as células (não muito especializadas) do corpo em relação à formação de um organismo, ou seja, tanto as células epiteliais como as "gaméticas" poderiam, em condições distintas, dar origem a um novo ser: as células epiteliais não precisariam se unir a outras enquanto que as células gaméticas eram obrigadas a essa união. Somente muito depois, com a descoberta da diferença entre mitose e meiose, foi possível perceber que os gametas são diferentes das outras células.

A fertilização já era objeto de estudo desde o século XVII quando N. Grew (1672) e Rudolf Jakob Camerarius (1665 - 1721) consideraram o pólen como o elemento necessário à fertilização. Quanto ao espermatozóide, Kolliker já havia mostrado em 1841 que eles eram células, como bem podia ser observado pelo estudo da espermatogênese. No caso do ovo a coisa foi mais lenta. Nem Von Baer, que descobriu o ovo de mamíferos em 1827, nem Purkinje, que em 1830 descobriu o enorme núcleo do ovo ovariano, estavam conscientes da natureza celular dessas estruturas. Foi Remak que em 1852 mostrou que o ovo de um sapo é uma simples célula, e Gigembaur quem em 1861 estendeu essa conclusão para os ovos de todos os vertebrados, demonstrando que os grânulos da gema não eram células (MAYR, *The growth of biological thought*, p. 659-60).

Esses conhecimentos não implicaram em uma imediata aceitação de que a fertilização consistia da união das células gaméticas, porém Spencer já assim o considerava. Mais especificamente, ele considerava que a fertilização consistia da união dos núcleos celulares.

Também foi em meados do século XIX que os embriologistas se preocuparam em demolir a teoria da pré-formação e substituí-la pela doutrina da epigênese, segundo a qual, começando-se com um ovo, que era mais ou menos simples, havia um desenvolvimento orgânico direto que resultava em uma complexidade crescente. Essa nova teoria se baseou, primeiro na convicção de que nenhum ovo de mamífero se desenvolveria sem que o espermatozóide estivesse presente e, segundo, na observação, em 1843, da presença de espermatozóide dentro do ovo. No entanto a ação do espermatozóide

ainda não era compreendida, a explicação geral era que a presença do espermatozóide só fazia iniciar o desenvolvimento do ovo.

Porém existia outra idéia, de que a fertilização era devida à "excitação molecular", a saber: "O ovo fertilizado contém a excitação para o crescimento. Nesta excitação estão contidas todas as transmissões genéticas do pai bem como da mãe." (HIS, W. apud MAYR, p. 662). Neste caso o espermatozóide não precisaria se fundir ao óvulo, mas apenas passar essas vibrações.

A primeira descrição conclusiva do processo de fertilização foi proporcionada em 1856 por N. Pringsheim para a alga de água doce *Oedogonium*. Ele realmente observou a entrada do gameta masculino no óvulo (*oogonium*) e tirou dessas observações as conclusões que aceitamos hoje em dia, ou seja, de que o novo organismo é formado pela fusão dos gametas masculino e feminino e que, no caso de animais, a fertilização é concluída por um único espermatozóide (MAYR, *The growth of biological thought* p.663).

Daquilo que conhecia, Spencer pode concluir, como assim o fez, que as células gaméticas são necessárias à fecundação (quando se trata de gametogênese), porém não havia nada, na época da primeira edição de sua obra em questão, que pudesse indicar que as células gaméticas fossem diferenciadas. A idéia defendida ao longo de todo seu trabalho, é de que as células espermáticas e as células germinativas são células indiferenciadas, iguais às demais células; elas são apenas meros veículos das unidades fisiológicas. Levando-se isso em consideração fica mais fácil entender, porque partes de uma folha de uma planta podem dar origem a uma planta toda, pois as células epiteliais conteriam a mesma capacidade das células germinativas e vice-versa.

6 HEREDITARIEDADE

Para discutir a hereditariedade Spencer parte de uma série de generalizações:

1) Todas as características têm uma tendência a serem transmitidas aos descendentes, ou seja: a) as características determinantes da

espécie, bem como as variações menores e individuais; b) as características adquiridas durante a vida; c) as características ligadas ao sexo.

2) Existem algumas características de ancestrais remotos que reaparecem na prole: atavismo.

Após essas considerações gerais, Spencer proporá o mecanismo pelo qual esses fatos podem ocorrer. A lista geral de fatos básicos da hereditariedade, em Spencer, é menor do que a de Darwin.

6.1 O fato geral da herança

Spencer considera que a hereditariedade, "Entendida em seu todo, é a lei pela qual cada planta ou animal, se ele se reproduz, dá origem a outros semelhantes a si mesmo." (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 301). Para explicar esse fato geral ele irá propor que as células espermáticas e as germinativas possuem unidades fisiológicas que têm a tendência inata a se auto arranjarem de acordo com a estrutura da qual foram derivadas, e a herança seria o resultado dessa tendência.

6.2 Tendência das características a serem transmitidas

a) Características determinantes da espécie, variações menores e individuais:

Spencer afirma que todos aceitam que a hereditariedade é universal, porém pergunta se ela se aplica a detalhes:

A verdade geral de que organismos de um dado tipo descendem uniformemente de organismos do mesmo tipo, está muito bem estabelecida por infinitos exemplos que assumiu o caráter de um axioma; entretanto não é universalmente admitido que peculiaridades não típicas sejam herdadas. Muitos mantêm uma crença vaga de que a lei da hereditariedade apenas se aplica às

características principais de estrutura e não aos detalhes, ou de qualquer forma, que embora se aplique a detalhes como os que constituem diferenças de espécies, não se aplicam aos detalhes menores (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 302).

O que Spencer está colocando aqui é que ninguém duvida que as características da espécie são transmitidas; agora, ele segue colocando se as variedades menores e individuais são também transmitidas de geração para geração.

Primeiro, em ordem de importância, vamos ao fato de que não apenas são uniformemente transmitidos de um organismo à sua prole aqueles traços de estruturas que distinguem a classe, ordem, gênero, e espécie, mas também aqueles que distinguem a variedade. Temos numerosos casos, entre plantas e animais, onde por condições naturais ou artificiais, foram produzidas modificações divergentes da mesma espécie; e existem provas abundantes de que os membros de qualquer das sub-espécies habitualmente transmitem suas peculiaridades distintivas a seus descendentes. Agricultores e jardineiros podem fornecer ilustrações inquestionáveis ... Desde que o tomate foi introduzido na Inglaterra foram formadas dele um certo número de sub-espécies, algumas delas diferindo muito em suas formas, tamanhos, qualidades e períodos de amadurecimento (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 302).

Para Spencer também há evidências de que variações que afetam apenas alguns indivíduos como catarata, forma de nariz e hexadigitismo, são transmitidos hereditariamente e para exemplificar Spencer cita vários trabalhos médicos. Como já vimos,

isso era admitido desde o século XVIII.

b) Características adquiridas durante a vida:

No § 82 Spencer começa a discutir a herança de caracteres adquiridos:

Provar a transmissão daquelas peculiaridades estruturais que resultaram de peculiaridades funcionais, é por várias razões comparativamente difícil. Mudanças produzidas no tamanho das partes por mudanças na sua ação, são na maioria das vezes modestas. Um músculo que cresceu em volume é usualmente tão oculto pela roupagem natural ou artificial, que a menos que a alteração seja extrema ela não é notada (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 307).

Spencer está colocando que a própria observação de características adquiridas já é por si só difícil, quanto mais a observação de sua transmissão. Outra dificuldade é distinguir se mudanças que aparecem nos descendentes vêm de uma peculiaridade funcional dos pais ou de uma peculiaridade congênita dos mesmos.

Na maior parte dos casos é impossível dizer que uma peculiaridade estrutural que parece ter surgido na prole a partir de uma peculiaridade funcional em um dos pais, é totalmente independente de alguma peculiaridade congênita de estrutura do pai, do qual essa peculiaridade funcional surgiu (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 307).

Spencer relata a seguir o caso de plantas que são transportadas para solos diferentes e em consequência apresentam características diferentes, como tamanho e forma de folhas por exemplo.

Essas características são modificações de estruturas que são conseqüências da modificação de função que foi produzida por modificação das ações de forças externas. E como essas modificações reaparecem em sucessivas gerações, nós temos nelas bons exemplos de variações estabelecidas funcionalmente que são transmitidas hereditariamente (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 308).

Spencer está dizendo aqui que quando se transporta uma planta de um tipo solo para outro solo, essa mesma planta pode apresentar modificações que são adquiridas e posteriormente transmitidas. Porém ele não descreve nenhuma tentativa de transportar as sementes modificadas para o primeiro solo e observar se essa modificação se mantém ou não, pois poderia se tratar do fenômeno, conhecido hoje em dia como plasticidade, e não de algo realmente herdável. Aliás, como vimos, Darwin também não percebeu que essas alterações poderiam não ser hereditárias.

Para Spencer os melhores exemplos de modificações produzidas por modificações de funções ocorrem no ser humano.

Nenhuma outra causa pode ser atribuída à rápida metamorfose sofrida pelas raças britânicas quando colocadas em novas condições. Nos Estados Unidos da América, os descendentes de migrantes irlandeses perderam seu aspecto Celta, e tornaram-se americanizados (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 310)

Spencer não atribuiu isso à mistura, uma vez que os americanos não aceitam muito bem esses imigrantes; tampouco atribui à variação espontânea pois:

Pessoas tão numerosas não poderiam ter sido suplantadas no curso de duas ou três gerações por variedades que se originaram delas. Por

isso, a implicação é que condições físicas e sociais tenham elaborado modificações de função e estrutura, que a prole pode ter herdado e aumentado (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 310).

O que está sendo colocado aqui é que as variações ocorridas nos imigrantes irlandeses não poderia ser uma consequência de uma causa espontânea, pois ocorreu em grande número, mas sim decorrentes de uma influência física que foi herdada pela prole. Porém mais uma vez aqui não se está verificando que há uma característica que está sendo *herdada* como Spencer aponta, mas apenas que em condições diferentes os organismos ficam diferentes.

Complementando seus exemplos, Spencer cita o doutor Brown em sua Cyclopoedia of Practial Medicine, que afirma que:

Em muitos casos ele observou indivíduos cuja composição e a aparência foi modificada pela residência em climas quentes, que as crianças que nasciam deles subseqüentemente em tais locais, se assemelhavam a eles principalmente naquilo que eles adquiriram e não naquilo que eles já tinham (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 310).

Outros exemplos como a herança de mãos grandes por indivíduos que tinham ancestrais que trabalhavam usando muito as mãos e aqueles que descendem de ancestrais que não praticavam trabalhos manuais, apresentam mãos pequenas; a miopia também era considerada por Spencer como hereditária, bem como mal formações nos olhos causadas pelo uso dos mesmos:

Algumas das melhores ilustrações da hereditariedade funcional são fornecidas por características mentais. Certos poderes que os humanos ganharam no decorrer da civilização não podem, penso eu, ser explicados sem se admitir a

herança de modificações adquiridas. A faculdade musical é uma dessas... Mas a mais clara prova de que as alterações estruturais causadas por alterações de funções são herdadas, ocorre quando as alterações são mórbidas. Eu citei originalmente nestes casos, os resultados do senhor Brown-Sequard a respeito de seus experimentos com os porquinhos da Índia, mostrando que aqueles porcos que foram tornados artificialmente epiléticos apresentam prole epilética... (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 311-12).

Esses experimentos de Brown-Sequard, como veremos, serão também citados por Darwin como importante evidência de herança de caracteres adquiridos.

c) Características ligadas ao sexo

"A outra modificação de herança acima referida é a limitação da hereditariedade ao sexo". (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 314). Ele dá exemplos como a barba, a voz, as diferenças de tamanho entre machos e fêmeas, casos em que o macho é alado e a fêmea não, casos de pássaros em que a plumagem dos machos é fortemente contrastante com a das fêmeas, etc.

Resumindo, podemos colocar que Spencer admite: a) que os caracteres ligados à espécie são transmitidos e que há evidências de que variações menores e até individuais, como o hexadigitismo, também são transmitidas; b) que caracteres adquiridos durante a vida também são transmitidos; c) e que caracteres ligados ao sexo também são transmitidos. Agora Spencer dá alguns dos fatos que o levaram a assumir que certas características ancestrais possam reaparecer na prole.

6.3 Atavismo

O reaparecimento na prole de traços não portados pelos pais,

mas sim pelos avós ou ancestrais remotos é exemplificado por Spencer através de doenças que muitas vezes não se manifestam em algumas gerações e reaparecem a seguir, ou também através de observações de fotos de famílias onde nota-se a semelhança entre netos e avós. Além disso, Spencer cita médicos e naturalistas incluindo Darwin que descreveram fenômenos do mesmo tipo.

7 HERANÇA SEGUNDO AS UNIDADES FISIOLÓGICAS

Agora Spencer tentará explicar as tendências das características herdadas através das unidades fisiológicas.

Como poderemos agrupar esses fatos com os fatos normais da herança? Facilmente se a hereditariedade resulta da tendência que as unidades componentes contidas na célula germinativa e na célula espermática têm de se arranjar em uma estrutura semelhante à estrutura da qual se derivaram (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 315).

Este é o ponto no qual as unidades fisiológicas passam a ser introduzidas como causas da hereditariedade. É preciso lembrar que Spencer introduziu essas unidades fisiológicas de outra maneira: como responsável pela regeneração de tecidos no desgaste e em perda de membros. Só agora ele associa essas unidades também à herança.

Pois o corolário óbvio é que onde há gamogênese resultarão tendências parcialmente conflitantes e parcialmente concordantes. No germe fertilizado nós temos dois grupos de unidades fisiológicas, levemente diferentes em suas estruturas. Essas unidades levemente diferentes se multiplicam separadamente às custas do nutriente suprido ao germe que está se

desenvolvendo - cada tipo moldando este nutriente em unidades de seu próprio tipo. Através do processo de desenvolvimento, os dois tipos de unidades, que geralmente concordam em suas tendências e na forma em que tendem a se construir, mas possuem diferenças em menor grau, trabalham em concordância para produzir um organismo da espécie a partir da qual se derivaram, mas trabalham em antagonismo para produzir cópias de seus respectivos organismos pais. E, portanto, resulta finalmente um organismo no qual os traços de um estão misturados aos traços do outro; e no qual, de acordo com a predominância de um ou de outro grupo de unidades, é produzido um ou outro sexo com todos os seus concomitantes .

Se for assim, torna-se compreensível que com a predominância de um dos grupos, e a produção do sexo de um dos pais do qual se derivou, haverá também a repetição não somente dos traços sexuais menores daquele pai, mas também quaisquer peculiaridades que ele ou ela possuía, tais como monstruosidades. Como os dois grupos estão quase equilibrados, e como a herança nunca é uma média dos dois pais, mas a mistura de traços de um com traços do outro, não é difícil ver por que deveria haver alguma irregularidade na transmissão dessas monstruosidades e tendências constitucionais, embora sejam mais frequentemente transmitidas apenas ao mesmo sexo (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 315-6).

Neste último parágrafo Spencer colocou , de forma resumida, todo mecanismo pelo qual as unidades fisiológicas vão se agrupar e transmitir as características. Neste trecho também, ele está querendo dizer que as unidades fisiológicas não se fundem e se

tornam uma média dos caracteres dos pais, mas elas continuam a existir separadamente. Spencer tenta explicar a herança limitada pelo sexo da seguinte maneira: o óvulo e o espermatozóide contêm unidades fisiológicas, como todas as outras células e quando o espermatozóide e o óvulo se unem, formam uma célula com as unidades fisiológicas dos dois pais, portanto, dois grupos de unidades fisiológicas levemente diferentes. Quando se trata de caracteres determinantes da espécie, essas unidades, por serem muito semelhantes, trabalham em concordância, mas quando se trata de caracteres individuais, ou seja, variações menores, essas unidades trabalham em antagonismo, cada uma tentando produzir cópias de seus organismos pais; e daí resultam organismos onde traços de um estão misturados a traços do outro (Spencer irá discutir como isso ocorre), e no qual, de acordo com a predominância de um ou de outro grupo de unidades, vai haver um ou outro sexo com todos seus concomitantes. Então, se as unidades fisiológicas da mãe têm mais "força" que as do pai, as características maternas irão predominar, acompanhadas do sexo feminino. Ele pretende, assim, explicar a herança ligada ao sexo.

Spencer não diz aqui o que faz com que uma característica predomine sobre a outra; mas nesse caso não é uma questão de dominância, como entendemos hoje em dia.

Spencer chega às seguintes conclusões a respeito da hereditariedade:

1) As células espermáticas e germinativas são indiferenciadas e servem de veículo às unidades fisiológicas.

2) As unidades fisiológicas têm a tendência de se estruturarem segundo suas espécies, determinando, assim a semelhança com os progenitores.

3) Tanto as diferenças estruturais da espécie são transmitidas, como as diferenças individuais, ambas contidas nas unidades fisiológicas:

Pois, se a suposição de um arranjo especial das partes de um organismo é devida à tendência

de suas unidades fisiológicas para aquele arranjo; então, a suposição de um arranjo de partes ligeiramente diferentes das daquela espécie, implica em unidades fisiológicas ligeiramente diferentes das daquela espécie, e essas unidades ligeiramente diferentes, comunicadas através das células espermáticas ou germinativas, tenderão na prole a se construir em uma estrutura que também difira de forma semelhante da média da espécie (SPENCER, Principle of Biology, v. 1, p. 318).

4) Os caracteres adquiridos são transmitidos, ou seja, uma mudança ambiental provoca uma adaptação no organismo que por sua vez provoca uma reação no organismo como um todo, e isso é transmitido aos descendentes:

Se um organismo A foi modificado para a forma A', por algum hábito peculiar ou condição de vida, segue-se que todas as funções de A', incluindo a função reprodutiva, precisam estar de alguma forma diferenciadas das funções de A. Sendo um organismo uma combinação de ações que estão num movimento ritmicamente equilibrado, a ação e estrutura de uma parte não pode ser alterada sem causar alterações de ação e estrutura em todo o resto... E se o organismo A, quando mudado para A', deve ser transformado em todas as suas funções; então a prole de A' não pode ser a mesma que teria sido se mantivesse a forma A. Esta mudança na prole deve, outras coisas sendo iguais, ser na mesma direção que a mudança no pai; isso parece uma consequência do fato de que a mudança propagada através do sistema dos pais, é uma mudança para um novo estado de equilíbrio - uma mudança que tende a harmonizar as ações de todos os órgãos,

incluindo os reprodutivos com essas novas ações. Ou, colocando a questão na sua forma última e mais simples, nós podemos dizer que, como por um lado, as unidades fisiológicas, por causa de suas polaridades especiais, constroem um organismo de uma estrutura especial; da mesma forma, por outro lado, se a estrutura do organismo é mudada, por modificações de funções, ele imprimirá alguma modificação correspondente sobre as estruturas e polaridades de suas unidades. As unidades e o agregado devem agir e reagir um sobre o outro (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 318-9).

Então, se as unidades fisiológicas têm o poder de estruturar o organismo todo, a estrutura do organismo pode agir sobre as unidades fisiológicas.

Se nada impedir, as unidades fisiológicas moldarão os agregados em uma forma equilibrada com suas polaridades pré-existentes. Se, por outro lado, o agregado, por ações incidentes, é obrigado a tomar uma nova forma, as suas forças devem tender a remoldar as unidades em harmonia com esta nova forma (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 319).

Spencer está aqui querendo dar um modelo para a transmissão de caracteres adquiridos, onde não só as unidades fisiológicas influenciam na estruturação do organismo, como modificações neste organismo influenciam as tendências de arranjo das unidades fisiológicas, porém não as modificam como substâncias, mas sim sua polaridade orgânica, que é a tendência para o arranjo especial. Não existe nada de material que vá até os órgãos reprodutivos e comunique essa mudança, mas há algo como forças à distância. Para tornar sua visão mais plausível, Spencer utiliza comparações com forças inorgânicas - tais como as forças gravitacionais, que agem

no sistema Solar (SPENCER, Principles of Biology, v. 1 p. 310).

Este é um ponto curioso da teoria de Spencer. Como mostrou Zirkle, durante toda a história do pensamento biológico muitos autores procuraram explicar a suposta herança de caracteres adquiridos, sempre imaginando que a matéria que constitui o sêmen proviria de todo o corpo dos pais (ZIRKLE, 1946). Embora a idéia de forças à distância tenha se tornado importante, na Física, a partir do século XVIII (com o sucesso da teoria da gravitação de Newton), somente Spencer irá propor um modelo desse tipo para a herança de caracteres adquiridos.

Spencer nunca se refere a unidades dormentes que possam se manifestar na prole; para ele, a reversão a algum caracter ancestral está mais ligada ao balanço entre os dois grupos de unidades e às forças atuantes sobre elas.

8 VARIAÇÃO

É verdade que nenhum organismo é exatamente igual a um de seus pais ... a variação é coexistente com a herança (SPENCER, Principles of Biology, v.1, p. 326).

Spencer chama a atenção para o tipo de variação encontrada, desde as quase imperceptíveis até às maiores, como a ausência de órgão, e ainda afirma que onde há grande uniformidade entre os membros da espécie, as divergências na prole são usualmente menores; mas onde há considerável desigualdade entre os membros da espécie, sua prole apresenta freqüentes e numerosas desigualdades (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 323). Ele cita como exemplo as plantas selvagens que se mantêm uniformes em contraste com as cultivadas, que apresentam mais variações. Este fato é apontado por Darwin e é de enorme importância na sua teoria da evolução das espécies.

Para Spencer, são as seguintes as causas da variação na progênie:

1. Diferença entre os progenitores
2. Variação funcional nos pais.
3. "Causa espontânea".

Assim, a indução nos aponta 3 causas da variação, todas agindo juntas. Nós temos a heterogeneidade entre progenitores, que se agisse uniformemente e sozinha gerando, por composição de forças, novos desvios, imprimiria tais novos desvios da mesma forma em todos os descendentes dos mesmos pais, o que não ocorre. Nós temos variação funcional nos pais, que, se agisse sozinha ou em concordância com a causa precedente, produziria a mesma variação estrutural em todos os filhotes produzidos simultaneamente; o que não acontece. Conseqüentemente, há uma terceira causa de variação, ainda a ser encontrada, que age junto com as variações estruturais e funcionais dos ancestrais e pais (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 324-5).

A preocupação de Spencer tem um motivo claro. Se os gametas transmitem a herança e se os gametas de cada indivíduo são todos iguais (pois Spencer admite que são células indiferenciadas, iguais às outras), então todos descendentes dos mesmos pais seriam idênticos, como gêmeos. Isso não ocorre. Como entender isso? Para nós, é fácil: os gametas não são todos iguais. Para Spencer, a explicação é mais difícil.

No § 87, Spencer vai colocar que a domesticação de animais e plantas tende a aumentar a variabilidade, ou seja, existe uma perturbação constitucional, causada pelas mudanças nas condições de vida, que quebram o equilíbrio de funções (alteração interna).

Transferindo uma planta de uma floresta para um campo arado ou um jardim adubado, ocorre uma alteração no balanço das forças às quais tinha

sido até agora submetida... (SPENCER, Principles of Biology, v.1, p. 325-6).

Isso, para Spencer, gera um novo estado de equilíbrio entre as forças internas e externas.

Para Spencer, se a troca nas condições de vida é a causa pela qual a homogeneidade da espécie é destruída, e se a troca nas condições podem afetar um organismo, somente por alterar suas funções; "segue-se que a alteração de funções é a única causa interna conhecida que pode iniciar a variação" (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 326).

As variações geradas por alterações acidentais durante o crescimento, como por exemplo a deficiência de nutrientes, geralmente não apresentam resultados permanentes, e:

As diferenças estruturais assim produzidas não expressam diferenças de constituição, portanto, não são efeitos de unidades fisiológicas diferentes, e conseqüentemente não é provável que se repitam na posteridade (SPENCER, Principles of Biology, v.1, p. 328).

Spencer prossegue, colocando que indivíduos da mesma progênie, se não forem gêmeos, nunca podem ser exatamente iguais, pois: "as células germinativas, que sucessivamente ou simultaneamente são separadas dos mesmos pais, nunca podem ser exatamente iguais, nem as células espermáticas que as fertilizam". (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 330). Para explicar essa diferença, Spencer recorre à "instabilidade do homogêneo" discutida em sua obra *First Principles*, § 149, onde ele coloca que duas partes de qualquer agregado nunca podem ser igualmente condicionadas em relação às forças incidentes, e estando então sujeitas a forças mais ou menos desiguais, elas precisam se tornar mais ou menos desiguais. Spencer assinala que bastaria uma pequena diferença inicial para produzir grandes diferenças de efeito, após um processo longo e complexo. Basta-lhe por isso introduzir uma pequena diferença inicial. "Por isso nunca dois óvulos (ova) num

ovário (*Ovarium*), ou numa semente, e dois espermatozóides ou grãos de pólen, podem ser idênticos".

Diferenças quantitativas entre as células espermáticas e as células germes, produzirão isso. Suponha que o número de unidades fisiológicas contidas em qualquer célula reprodutiva, raramente ou nunca possa ser exatamente igual ao número contido em qualquer outra, amadurecida no mesmo tempo ou em tempo diferente; segue-se que entre os germes fertilizados produzidos pelos mesmos pais, as unidades fisiológicas derivadas deles respectivamente terão uma proporção numérica diferente em relação à outra em cada caso. (SPENCER, *Principles of Biology*, v. 1, p. 330). Ou seja, o espermatozóide não tem somente uma unidade fisiológica, existem muitas iguais, e no óvulo também, mas esse número varia de célula para célula. Como essas unidades fisiológicas se reproduzem, basta uma diferença na quantidade de nutriente disponível a cada célula para que algumas possam conter mais unidades fisiológicas do que outras.

Se os pais são constitucionalmente bastante semelhantes, a variação na proporção das unidades que eles transmitem desigualmente, não podem causar desigualdades na prole. Mas se ocorrer o contrário, não pode haver dois iguais na prole. Em todos os casos a pequena diferença inicial na proporção das unidades ligeiramente diferentes, levará, durante a evolução, a uma contínua multiplicação de diferenças. A divergência insensível no início gerará divergência sensível na conclusão⁶.

Agora Spencer vai procurar explicar por que um filho pode se parecer em alguns aspectos com um dos pais e, em outros, com o outro pai:

Possivelmente alguns poderiam inferir daqui, que embora em tais casos, os descendentes pudessem diferir um pouco um do outro ou de ambos os pais, no entanto em cada um deles deveria

⁶ Este argumento de Spencer só é válido se o número de unidades fisiológicas for "pequeno"; se o número for "grande" (bilhões), as flutuações não serão significativas.

resultar uma mistura homogênea dos traços dos dois pais. Um pouco de consideração mostra que o contrário pode ser inferido. Se, através do processo de desenvolvimento, as unidades fisiológicas de cada pai preservassem a mesma proporção em todas partes do organismo que crescem, cada órgão mostraria tanto quanto qualquer outro a influência de ambos os pais. Mas uma distribuição uniforme assim não é possível. Foi mostrado (First Principles, § 163) que, em qualquer agregado de unidades misturadas, deve inevitavelmente ocorrer segregação. As forças incidentes tenderão sempre a causar separação dos dois tipos de unidades um do outro - tenderão a integrar grupos de uma ordem em um lugar e grupos de outra em outro lugar (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 330-31).

Quando uma célula é formada, pela união de espermatozóide e óvulo, ocorre uma mistura na proporção inicial; mas quando as células vão se dividindo, a proporção das unidades pode mudar pois as unidades semelhantes tendem a se agrupar e a se separar das outras. Então, quando ocorre a divisão celular, é provável que passem mais grupos de um tipo do que de outro; isso então explicaria porque certa parte do corpo se assemelha mais com o pai ou com a mãe. Nota-se que Spencer recorre aqui, a um princípio geral de "segregação", discutido em sua obra First Principles. Esse princípio de segregação é, para Spencer, totalmente geral, agindo na Física, na Química, na Biologia e na Sociologia. O exemplo químico mais claro, que ele utiliza bastante, é o de como em uma mistura de sais em solução não se formam cristais mistos: cada substância, ao se cristalizar, reúne-se a partículas do mesmo tipo. Isso seria um caso de segregação química. Um fenômeno semelhante poderia ocorrer com as unidades fisiológicas.

Nota-se, também, que para essa explicação é essencial supor que em cada célula haja vários conjuntos de unidades fisiológicas.

Ou seja: a teoria de Spencer é incompatível com nosso conhecimento atual da existência de um único conjunto de cromossomo em cada célula. Em nossa terminologia, as células imaginadas por Spencer são todas poliplóides.

Portanto, deve surgir não uma média homogênea entre os pais, mas uma mistura de órgãos, alguns dos quais seguem principalmente a um (dos pais) e alguns ao outro. E este é o tipo de mistura que a observação nos mostra ... No entanto poder-se-ia objetar que, seja como for que os atributos dos dois pais se misturem nos descendentes, eles devem, todos eles, ficar entre os extremos mostrados pelos pais. Em nenhuma das características, um dos filhos poderia exceder ambos os pais, se não houvesse uma causa de "variação espontânea" além da alegada. Evidentemente, portanto, ainda existe uma causa que não foi encontrada (SPENCER, Principles of Biology, v. 1, p. 331).

Agora Spencer irá complementar sua teoria introduzindo novos fatores que atuam na herança e que não foram considerados. É interessante como ele vai apresentando gradativamente suas hipóteses. Talvez a seqüência de apresentação corresponda à seqüência pela qual as idéias foram se encadeando em sua mente.

Até aqui nós consideramos o processo sob seu aspecto mais simples. Embora nós tenhamos assumido que os dois progenitores eram um pouco diferentes, assumimos que cada pai tinha uma constituição homogênea - que fosse constituído por unidades fisiológicas exatamente iguais. Mas tal homogeneidade nunca pode existir. Cada progenitor teve pais que eram mais ou menos diferentes e cada pai herdou, no mínimo, duas ordens de unidades fisiológicas não exatamente

idênticas. Aqui, portanto, temos uma nova causa de variação. As células espermáticas ou as germinativas, que cada organismo produz, serão diferentes entre si, não só quantitativamente como também qualitativamente. Das unidades fisiológicas ligeiramente diferentes fornecidas a ele (ao organismo), as células reprodutivas que ele emite não podem habitualmente conter as mesmas proporções; e podemos esperar que as proporções variem, não levemente, mas fortemente. Assim como durante a evolução de um organismo, as unidades fisiológicas derivadas dos pais tendem a segregar-se e produzir semelhanças ao progenitor macho nesta parte e ao progenitor fêmea naquela; assim, durante a formação das células reprodutivas, surgirá em uma a predominância de unidades fisiológicas derivadas do pai, e no outro a predominância de unidades fisiológicas derivadas da mãe. Assim, portanto, todo germe fertilizado, além de conter diferentes *quantidades* das duas influências dos progenitores, conterá diferentes *tipos* de influências, este tendo recebido uma impressão marcada de um dos avós e aquele do outro. Sem avançar mais a exposição, o leitor verá como esta causa de complicação, que recua ao longo de cada linha ancestral, deve produzir em todos os germes numerosas diferenças diminutas entre as unidades (SPENCER, *Principles of Biology*, v.1, p. 331 - 332).

Neste último parágrafo vemos claramente que a predominância, para Spencer, é a força de agregação que faz com que se aumente o número de um grupo de unidades, e não que um grupo "domine" o outro por algum motivo especial.

A multiplicidade de unidades fisiológicas em cada célula permite a Spencer explicar a presença de influências de várias

gerações (mas não infinitas, já que as unidades fisiológicas são grandes agregados de moléculas). Se Spencer tentasse quantificar a sua proposta (o que ele não faz), provavelmente associaria a cada célula um número não muito grande de unidades fisiológicas, pois nesse caso as flutuações estatísticas se tornam significativas; pelo contrário, se os números fossem muito grandes, os gametas tenderiam a ser quase idênticos.

Embora, ao discutir a fenomenologia da hereditariedade, Spencer tenha dado importância ao atavismo, ele não discute claramente a explicação que poderia ser dada desse fenômeno com base nas unidades fisiológicas. É claro que isso poderia ter sido feito. Talvez ele considerasse que o próprio leitor poderia adivinhar o modo de explicar esse fenômeno; mas, como Spencer é bastante prolixo, é também possível que ele não tenha se preocupado em explicar esse fenômeno, pois, se soubesse explicá-lo, teria apresentado essa explicação.

Vamos especular sobre como poderia ter sido essa explicação. Suponhamos que um indivíduo A é formado pela união das unidades fisiológicas de M e N e que o óvulo fertilizado que vai constituir A tem a constituição M M M M N N N N (isto é, para exemplificar, quatro unidades fisiológicas de cada progenitor). Esse óvulo fecundado vai se dividir e gerar o corpo de A, que conterà em suas diferentes células todas as combinações possíveis, como:

M M N N N N N N
 N N N N N N N N
 M M M M N N N N
 M M M M M N N N

O corpo de A conterà, assim, características de M e de N. Os gametas de A também terão essas combinações mas, pela lei de segregação, serão mais prováveis gametas "puros", como M M M M M M M M ou N N N N N N N N.

Suponhamos agora que A se cruze com B, cujos gametas mais comuns sejam, por sua vez, dos tipos P P P P P P P P e Q Q Q Q Q Q Q Q. Como o número de unidades fisiológicas não é também fixo pode ocorrer que se unam os gametas M M M M M M M M (com 9 unidades) e P P P P P P (com 6 unidades), por exemplo. Neste caso, o indivíduo formado será mais parecido com um dos avós (M) do que com os outros

avós ou do que com os pais.

Essa seria uma possível explicação de casos simples (próximos) de atavismo.

9 INTERPRETAÇÕES DA IDÉIA DE HERANÇA DE SPENCER

Nesta seção apresentaremos certos equívocos cometidos por Mayr, em seu livro *The growth of biological thought*, ao interpretar as idéias de herança de Spencer. Vamos começar reproduzindo o texto em que Mayr analisa essas idéias :

A primeira grande teoria de herança e desenvolvimento foi puramente dedutiva, proposta por Herbert Spencer (1820-1903). Ela foi fortemente influenciada pelo fenômeno da regeneração (por exemplo, a habilidade de certos animais regenerarem a cauda perdida). Spencer (1864) postulou a existência de unidades fisiológicas com um tamanho intermediário entre as células e as moléculas orgânicas simples. Pensava que essas unidades eram auto-replicantes, específicas da espécie, idênticas (dentro de um dado organismo). Spencer fez afirmações aparentemente contraditórias sobre as diferenças entre as unidades de diferentes indivíduos da mesma espécie. As diferenças entre irmãos são atribuídas a diferenças no número de unidades contidas nos respectivos gametas provindos do pai e da mãe. A forma de um organismo é causada pela capacidade dessas unidades de se colocarem adjacentes umas às outras, de um modo predeterminado, justamente como as moléculas fazem ao formarem um cristal. Além disso, as unidades fisiológicas têm uma capacidade de responder ao ambiente, e assim

trazem uma herança de caracteres adquiridos (MAYR, The growth of biological thought, p. 669-70).⁷

A primeira afirmação de Mayr, de que a teoria de Spencer é "puramente dedutiva", não é correta. Uma teoria "puramente dedutiva" seria aquela que seguisse o modelo da geometria euclidiana, apresentando definições e postulados dos quais se pudessem deduzir teoremas fornecendo as conseqüências dos postulados. Spencer não faz isso. Seu procedimento consiste em apresentar inicialmente amplas generalizações empíricas e, depois, ir gradualmente constituindo um modelo explicativo compatível com os fenômenos. Seu método não utiliza a experimentação; mas isso é a regra e não a exceção entre os naturalistas do século XIX, aos quais Spencer se dirige nesta obra.

A segunda afirmação de Mayr, de que a teoria de Spencer foi fortemente influenciada pelo fenômeno de regeneração, é correta e merece um comentário. O método básico de Spencer é o de procurar uma síntese de diferentes classes de fenômenos (e ele próprio intitula sua abordagem de "filosofia sintética"). No § 84 do Principles of Biology, Spencer indica que a possibilidade de explicar diferentes classes de fenômenos por uma mesma hipótese é uma indicação de sua importância e valor de verdade (SPENCER, Principles of biology, v. 1, p. 316). Outros autores, antes dele, aparentemente não estabeleciam correlação entre regeneração e herança⁸. Mas após ele, Darwin fará a mesma associação, no seu The variation of animals and plants under domestication.

A terceira afirmação de Mayr, de que Spencer "postulou" a

⁷ Como veremos a seguir a colocação de Mayr está, em vários pontos, equivocada.

⁸ No entanto, para Bonnet, os dois fenômenos eram produzidos por uma mesma causa: os germes que se desenvolveriam.

existência das unidades fisiológicas, é incorreta. Como foi mostrado, Spencer procura inferir a existência (e o tamanho) das unidades fisiológicas a partir de fatos. Na frase seguinte, Mayr afirma que as unidades fisiológicas são "específicas da espécie, idênticas (dentro de um dado indivíduo)". Isso também não é exato. Para Spencer, indivíduos da mesma espécie possuem unidades fisiológicas semelhantes mas não iguais; e em um único indivíduo há diferentes unidades fisiológicas, provenientes de seus vários antepassados, não sendo, portanto, todos iguais entre si. É provavelmente por não ter compreendido corretamente Spencer que Mayr afirma, na quinta frase, que Spencer é contraditório sobre este ponto. Em sua sexta afirmação, Mayr atribui as diferenças entre os irmãos a meras diferenças quantitativas no número de unidades fisiológicas proveniente dos progenitores. Spencer, no entanto, deixa claro que há também diferenças qualitativas: há uma variedade de tipos de gametas diferentes de cada progenitor.

Na penúltima afirmação, Mayr atribui a forma do organismo à capacidade das unidades fisiológicas de se justaporem como as moléculas de um cristal. Não é essa a idéia de Spencer. O organismo é composto de células e não de unidades fisiológicas. Elas são partes das células e, sem tocarem as unidades das células vizinhas, ou seja, de forma totalmente diferente do que ocorre no cristal, determinam, através de certas forças ("polaridades"), a forma do organismo. Na oitava e última afirmação, Mayr afirma que as unidades fisiológicas "têm a capacidade de responder ao ambiente". Spencer não afirma isso. Ele diz que o ambiente pode levar a hábitos e a modificar o indivíduo e que essa modificação repercute sobre o organismo como um todo, levando-o a uma nova forma de equilíbrio; e que essa alteração atua sobre as unidades fisiológicas. Não é o ambiente que atua diretamente nelas.

Esta análise da citação de Mayr não tem o objetivo de desmerecer o autor; apenas busca indicar como o trabalho de Spencer tem sido pouco compreendido, mesmo por um importante autor como Mayr.

10 RESUMO

Resumindo-se, então, as idéias de Spencer, pode-se dizer o seguinte:

Um indivíduo apto a se reproduzir, se assim o fizer, produzirá um organismo semelhante a si. Essa capacidade bem como a de regenerar partes do corpo ou mesmo o corpo todo, é devido à tendência inata das unidades fisiológicas, contidas em todas as células inclusive nas células espermáticas e germinativas, de se auto arranjarem na forma da espécie que derivaram. Mas elas não contêm só informações sobre a espécie: contêm também informações sobre as variações do indivíduo e de seus ascendentes.

As unidades fisiológicas são intermediárias entre as unidades morfológicas (células) e unidades químicas; elas estão dentro da célula, e são um complexo das unidades químicas.

As unidades fisiológicas são do mesmo tipo, em todas as células, diferindo um pouco entre as unidades do macho e da fêmea. Cada unidade contém informação sobre o corpo todo. Essa informação é traduzida sob uma forma de tendência de se auto arranjarem de acordo com a forma da espécie que derivaram, ou seja, as unidades fisiológicas transmitem a informação de como as células devem se arranjarem para formar os diferentes órgãos.

As células espermáticas e germinativas de um dado indivíduo nunca serão iguais entre si pois conterão diferentes quantidades de unidades fisiológicas, bem como diferentes proporções de unidades, que segundo Spencer variam bastante, por provirem de ancestrais diferentes. Portanto, as diferenças entre irmãos não só são atribuídas a diferenças no número de unidades, mas sim e principalmente pela diferença na proporção de grupos de unidades.

A predominância de uma característica sobre a outra, é para Spencer devida à proporção que tal grupo de unidades tinha em determinada célula que se desenvolveria em determinado organismo e não que determinadas unidades dominem e "abafem" outras unidades. Ou seja: ele não tem nenhum conceito semelhante ao de dominância mendeliana.

Modificações adquiridas durante a vida, provocam uma alteração

de alguma função e esta alteração provocará alteração de estrutura; e, para Spencer, uma modificação em uma parte provoca alterações em todo o organismo. Essas alterações são transmitidas pelo novo equilíbrio formado às unidades fisiológicas. Portanto, por um lado as unidades fisiológicas determinam a forma do organismo, e por outro esse organismo como um todo pode influenciar na forma como as unidades fisiológicas tenderão a transmitir a tendência de auto arranjo, mas não na própria composição elementar e sim à estrutura da unidade.

Spencer compara a capacidade de formação de um organismo com a capacidade de regeneração de um cristal, porém, para ele as moléculas de um cristal se unem, e a forma deste é determinada pela composição da própria molécula (SPENCER, v.I, p. 223), já a forma de um organismo é determinada pela tendência que as unidades fisiológicas transmitem às células para que elas se estruturam de forma semelhante à da espécie de procedência. As unidades fisiológicas de todos os organismos são constituídas a partir das mesmas moléculas básicas de proteínas; o que varia é o modo como essas moléculas se arranjam. Neste aspecto, a proposta se assemelha à atual concepção do DNA, onde a composição é a mesma para todos indivíduos, porém o arranjo em que a molécula é traduzida difere de indivíduo para indivíduo e é isso que determina a forma de um arranjo e não a própria composição química da molécula. Spencer se utiliza da analogia do cristal para mostrar que se trata de coisas diferentes.

CAPÍTULO 5: "PANGÊNESE": UMA IDÉIA DE HERANÇA DARWINIANA.

Que monstro é esta gota de semente de que somos produzidos que traz em si as impressões não somente da forma corporal, mas dos pensamentos e das inclinações de nossos pais?

Onde esta gota de água aloja estas semelhanças de um progresso tão temerário e desregulado que o bisneto se parecerá com o bisavô, e o sobrinho com o tio?

Montaigne

1 INTRODUÇÃO

Falar sobre Darwin (1809 - 1882) sempre nos remete a sua famosa obra *Origem das Espécies* (1859) onde o autor apresenta a idéia da evolução dos seres por meio da seleção natural. Porém igualmente interessante mas muito pouco conhecida é sua obra "*The variation of animals and plants under domestication*" publicada pela primeira vez em 1868. Também se dá pouca atenção à importância de suas idéias sobre hereditariedade - que são, na entando, essenciais para se compreender vários aspectos da própria teoria de evolução. Em particular, deve-se assinalar que a suposição de que os caracteres adquiridos pelos pais são transmitidos a seus descendentes (uma suposição geralmente associada ao nome de Lamarck) era parte integrante da concepção aceita por Darwin.

Esta obra encontra-se em dois grandes volumes e Darwin descreve-a como a seguir: "No livro constam todas as minhas observações e um imenso número de fatos coletados de várias fontes a respeito de nossas produções domésticas. No segundo volume são discutidas as causas e leis da variação e a herança, tanto quanto nosso conhecimento presente permite. No final do trabalho eu dou minha bem abusada hipótese da pangênese." (DARWIN apud RIDLEY, p. 114).

"Pangênese", segundo consta no *The Oxford English dictionary*, foi o nome dado por Darwin à sua hipótese, que foi desenvolvida para explicar o fenômeno de herança, segundo a qual todas as unidades do corpo contribuem para a formação do novo ser, ou seja, que o sêmen é constituído de minúsculas partículas provindas de todas as partes do corpo. Essa idéia fora amplamente difundida entre os naturalistas desde a Antiguidade até o começo deste século, portanto Darwin não foi o primeiro autor a descrevê-la.

De acordo com a teoria da pangênese de Darwin, todas as partes do corpo produzem "gêmulas" que são características dessas partes. Essas gêmulas reúnem-se nos órgãos genitais e são transmitidas às gerações seguintes, algumas podem ficar dormentes e outras podem apresentar certa predominância.

1.1 O livro *The variation of animals and plants under domestication*.

Esse livro é dividido em dois grandes volumes (853 páginas ao todo) e cobre extensivamente muitos tipos de exemplos de animais e plantas domesticadas. Darwin apresenta nessa obra um estilo descritivo, ou seja, ele apresenta inúmeros fatos e dados obtidos de diferentes formas: desde autoridades consagradas até simples criadores de animais e agricultores.

No primeiro volume ele apresenta os fatos e exemplos gerais de animais e plantas domesticadas e no segundo volume as causas da variação, suas leis e sua hipótese da pangênese que será aqui exposta e discutida.

Esse livro situa-se na obra de Darwin entre duas de suas mais conhecidas obras: *A origem das espécies* de 1859 e *A Origem do homem* de 1871.

Tanto para discutir a origem das espécies em geral como a do homem em particular, Darwin se utiliza da idéia de herança, pois qualquer variação que não seja herdada não tem importância para a evolução.

Em seu livro *Origem das espécies* Darwin discorre sobre o desconhecimento das leis da hereditariedade:

As leis que regulam a hereditariedade são inteiramente desconhecidas. Ninguém sabe explicar porque uma determinada peculiaridade surgida em diversos indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes seja ora hereditária, ora não, ou porque só reaparecem numa criança certas características do avô ou da avó, senão mesmo de um ancestral bastante remoto; ou porque uma peculiaridade se transmitia de um sexo para ambos, ou então para um sexo só, geralmente o mesmo do ancestral, se bem que haja excessões a tal respeito (DARWIN, Origem das espécies, p. 51).

Já no livro Origem do homem, encontramos no capítulo 8 as leis da hereditariedade definidas. É também nesse livro que Darwin faz várias referências ao livro em questão, A Variação: " Uma ampla resenha de fatos sobre o assunto encontra-se no capítulo 18 do segundo volume do meu livro The variation of animals and plants under domestication, sobre o qual neste artigo só posso apresentar um breve resumo. Outrossim, todo aquele que estiver interessado no assunto, pode consultar a supracitada obra." (DARWIN, Origem do homem, p. 225).

É portanto, no livro A variação que Darwin coloca a sua hipótese provisória da pangênese que trata sobre a herança, que será aqui colocada e discutida em detalhes. Inicialmente será apresentada a concepção de Darwin sobre herança a nível fenomenológico, ou seja: quais as "leis" ou regularidades observáveis? Posteriormente, será discutida a hipótese da pangênese. Esta divisão segue a própria apresentação de Darwin no capítulo 27 da Variação. Na primeira parte deste capítulo, ele anuncia que irá expor os "grupos de fatos" a serem explicados posteriormente.

Além dessas "leis" que claramente se relacionam à hereditariedade, Darwin irá também utilizar outros tipos de fatos, a serem discutidos posteriormente. Também será apresentada aqui, uma análise comparativa entre as duas edições do livro A

variação, centrando-se no capítulo referente à pangênese.

A seguir apresentaremos os "fatos" e "leis" discutidos por Darwin, para depois então, expormos sua idéia sobre o mecanismo de herança.

2 "FATOS" GERAIS E "LEIS" DA HEREDITARIEDADE

Darwin coloca os seguintes "fatos gerais" relacionados a herança e que serão apresentados mais adiante em detalhe, tais como:

- 2.1) Reprodução: sexual e assexual.
- 2.2) A importância do elemento sexual masculino.
- 2.3) Regeneração: recrescimento de partes amputadas.
- 2.4) Desenvolvimento.
- 2.5) O fenômeno de hibridização de vegetais por enxerto.
- 2.6) A independência funcional dos elementos ou unidades do corpo.

Antes de discutir a sua hipótese, Darwin coloca as "leis gerais da hereditariedade" propriamente dita: a) como uma característica possuída por um ancestral remoto pode reaparecer na prole; b) como os efeitos do uso e desuso de um membro pode ser transmitido aos filhos; c) como o elemento sexual masculino pode agir não somente nos óvulos, mas ocasionalmente na forma da mãe; d) como um membro pode ser reproduzido após amputado; e) como os vários modos de reprodução estão conectados. Essas perguntas são iguais nas duas edições, porém na segunda edição Darwin especifica melhor o que ele quer saber a respeito dos vários modos de reprodução, a saber: c1) como um híbrido pode ser reproduzido pela união do tecido celular de duas plantas independentemente dos órgãos de geração; c2) como duas formas aliadas, uma passando por complexas metamorfoses e a outra não, quando maduras são semelhantes em cada detalhe de estrutura.

Então essa leis seriam:

2.7) Variabilidade e herança:

2.7.1) Todas as características têm uma tendência a serem transmitidas.

2.7.2) Algumas características podem ocorrer em épocas da vida correspondente à manifestação nos pais.

2.7.3) Algumas características podem reverter as formas ancestrais.

2.7.4) Algumas características predominam sobre outras.

2.7.5) Algumas características podem estar limitadas pelo sexo.

2.7.6) Algumas características adquiridas durante a vida podem ser transmitidas às gerações seguintes.

Como podemos observar, o conteúdo do capítulo mostra que Darwin não está apenas oferecendo uma hipótese para explicar os fenômenos de hereditariedade que conhece, mas também tenta dar conta de todo o fenômeno de reprodução e de crescimento dos seres vivos.

É interessante colocar aqui que na *Origem*, apenas a "prepotência" não é discutida. Todos os outros aspectos gerais da hereditariedade estão presentes, embora não sejam discutidos em detalhe. Basicamente, a *Variação* é uma versão expandida de partes da *Origem* - principalmente dos capítulos 1, 5 e 9. Uma análise detalhada sobre os aspectos da pangênese encontrados na *Origem*, será apresentada no capítulo 7.

A seguir será apresentada a interpretação dada por Darwin a esses processos e fenômenos apresentados anteriormente.

2.1 Reprodução

Para Darwin a reprodução pode ser dividida em dois grupos: sexual e assexual.

Como reprodução assexual Darwin considera a formação de brotos e as gerações por partição que podem ser espontâneas ou artificiais (a regeneração de um membro também é considerada como uma reprodução assexual). É interessante salientar aqui que Darwin concorda com J. Paget, que admite que os poderes de desenvolvimento exercidos na restauração de um membro são os mesmos do embrião, ele conclui ainda que algumas formas de brotamento, bipartição, reparo de danos, e desenvolvimento, são essencialmente

o resultado de um mesmo poder (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 352¹), ou seja, para Darwin o mesmo poder que gera um novo ser, o reproduz e o faz desenvolver.

Darwin considera que a principal diferença entre reprodução sexual e assexual é a união de dois elementos sexuais no primeiro tipo de reprodução acima citado. Para ele, os elementos sexuais são independentes antes da união e têm igual poder de transmissão. "É um erro supor que o macho transmite certas características e as fêmeas outras; embora não haja dúvidas de que, por causas desconhecidas, um dos sexos, algumas vezes, tem maior poder de transmissão do que outro (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 353).

Ainda com relação à reprodução sexual, Darwin considera (somente na segunda edição) que o processo de conjugação entre duas células de uma alga é o primeiro passo para um processo sexual. "Entretanto o bem conhecido caso de partenogênese prova que a distinção entre geração sexual e assexual não é tão clara quanto parece, pois um ovo ocasionalmente, e mesmo em alguns casos frequentemente, torna-se desenvolvido em seres perfeitos, sem interferência do elemento sexual masculino" (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 352).

Darwin considera que há uma única diferença entre organismos produzidos sexuadamente e assexuadamente: os primeiros, ao longo de sua formação, passam do mais baixo para o mais alto grau de desenvolvimento, como pode ser visto nas metamorfoses de insetos e na gradual transformação dos vertebrados; por outro lado, seres reproduzidos assexuadamente por brotos ou fissiparidade começam seus desenvolvimentos no estágio do ser que foi dividido, não passando pelos estágios anteriores de desenvolvimento.

Darwin coloca que podemos entender porque seres propagados por brotos não deveriam passar pelos primeiros estágios de desenvolvimento:

¹ As páginas aqui citadas dessa obra, referem-se à primeira publicação da segunda edição.

pois em cada organismo a estrutura adquirida de cada estágio precisa ser adaptada a seus hábitos peculiares; e se existem lugares que suportem vários indivíduos de um mesmo estágio, o plano mais simples será que eles deveriam ser multiplicados nesse estágio, e não que eles deveriam primeiro retroceder em seus desenvolvimento para estruturas anteriores e mais simples, as quais não estariam necessariamente adaptadas às condições em sua volta (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 354).

Depois de fazer essas considerações a respeito da reprodução, Darwin coloca uma dúvida: por que o germe [gameta feminino], quando não unido ao elemento sexual masculino, pára seu desenvolvimento e perece? E por que o elemento masculino, que no caso de alguns insetos é capaz de se manter vivo por 4 ou 5 anos, e no caso de algumas plantas por vários anos, igualmente perece a menos que se una com germes?

Darwin não consegue responder a essas perguntas com muita certeza; mas arrisca uma resposta dizendo que ambos os elementos sexuais, por incluírem pouca matéria formativa, necessitam da união para se desenvolverem; já com respeito a importância do número de espermatozóide, Darwin tem bom suporte experimental para fazer algumas afirmações:

Quatrefages bem mostrou, no caso de teredo, como foi feito anteriormente por Prevost e Dumas com outros animais, que é requerido mais de um espermatozóide para fertilizar um óvulo (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 355-6).

Ele ainda cita Newport que, por vários experimentos, estabeleceu que quando um número muito pequeno de espermatozóide é aplicado nos óvulos de batráquias, eles ficam parcialmente

impregnados, e o embrião nunca se desenvolve completamente (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 356).

Ainda com respeito ao número de elementos sexuais masculinos, Darwin cita outras autoridades como Gartner e Naudin que afirmou que quanto mais grãos de pólen na fecundação melhor e mais vigorosa será a prole:

Na seqüência, Darwin dá um exemplo de um experimento que, segundo ele, mostra que quanto maior for o número de elementos masculinos, melhor será o processo de fertilização e desenvolvimento do novo ser. Trata-se de um experimento feito por Naudin, onde o autor apresenta os seguintes dados: Uma flor que foi fertilizada por 3 grãos de pólen apresentou sementes perfeitas; já das 12 flores fertilizadas por 2 grãos de pólen e das 17 fertilizadas por 1 grão de pólen, apenas 1 flor produziu sementes, e mesmo assim não alcançaram proporções normais:

Desses fatos nós vemos claramente que a quantidade de matéria foramativa, a qual está contida dentro do espermatozóide e do grão de pólen, é um elemento preponderante na ação de fertilização, e não somente para o completo desenvolvimento da semente, mas para o vigor da planta na produção de sementes (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 356).

O resultado desse experimento nos parece estranho hoje em dia, pois sabemos que apenas um espermatozóide ou grão de pólen é necessário para a fecundação, e que existem barreiras para a entrada de outros gametas masculinos após a fecundação. Porém, no século XIX, esses aspectos ainda eram confusos.

A primeira descrição conclusiva do processo de fertilização foi promovida em 1856 por N. Pringsheim para a alga de água doce *Oedogonium*. Ele realmente observou a entrada do gameta

masculino no óvulo (o ogonuim) e tirou dessas observações as conclusões corretas, de que o novo organismo é formado pela fusão dos gametas masculinos e femininos e que a fertilização é concluída por um único espermatozóide (MAYR, *The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance*, p. 663).

Apesar do citado acima, Darwin parece ter se baseado em experimentos feitos por um ilustre botânico de sua época, Naudin que afirma que a quantidade de elemento sexual masculino é importante na fecundação, porém o assunto se encontrava num momento de controvérsias e discussões.

Hoje em dia nós sabemos que apenas um espermatozóide ou grão de pólen é suficiente e necessário para o completo desenvolvimento do indivíduo. Porém como vimos, Darwin se baseou em autoridades que consideravam importante a quantidade de elemento sexual masculino. Ele não estava inventando esses fatos, por mais estranho que nos pareça, mas sim concordando com autores considerados de sua época. Também aceitamos hoje em dia, que animais que se reproduzem por partenogênese podem se desenvolver perfeitamente. Apesar de Darwin conhecer vários casos de partenogênese, ele se utilizou desses fatos, apoiado por autoridades, para fortalecer a idéia de que a quantidade de elemento sexual masculino é muito importante para o desenvolvimento do novo ser.

Nós vemos alguma coisa do mesmo tipo em certos casos de partenogênese, ou seja: quando o elemento sexual masculino está completamente excluído; pois o senhor Jourdan encontrou que entre 58.000 ovos não fecundados de bicho da seda, muitos passaram pelos primeiros estágios embrionários, mostrando que eles eram capazes de auto desenvolvimento, mas somente 29 produziram larvas (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.356-7).

Na segunda edição ele acrescenta mais um exemplo citado por Haeckel, onde o mesmo princípio de quantidade é notado. Ao cortar larvas de Siphonophorae em pequenos pedaços, os menores pedaços eram os que demoravam mais a se desenvolver e as larvas assim produzidas eram mais imperfeitas e tendiam a monstruosidades.

Porém a conclusão a que Darwin chega é a mesma nas duas edições, ou seja: que os elementos sexuais separados não têm matéria formativa suficiente para prolongarem suas existências e desenvolverem-se a menos que se unam. Mas o que é interessante observar é que apesar de Darwin admitir que a quantidade de elemento sexual masculino é importante na reprodução, ele acha estranho acreditar que a função do espermatozóide seja a de levar a vida para o óvulo, visto que existem óvulos não fecundados que são vivos e geralmente passam por um certo desenvolvimento independente. É somente na primeira edição que ele coloca que existe a possibilidade de somente o elemento sexual feminino incluir certas células primordiais, ou seja, que não tenham sofrido nenhuma diferenciação, e que não estejam presentes num estado ativo nos brotos. Isso é muito importante para poder explicar, posteriormente, como as gêmulas atuam na fecundação e desenvolvimento do indivíduo.

Reprodução sexual e assexual não são assim vistas com diferenças essenciais, e nós já mostramos que na reprodução sexual o poder de recrescimento e desenvolvimento são todas partes de uma mesma grande lei (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 357).

É interessante notar que Darwin se utiliza da partenogênese para explicar algumas de suas idéias, que aparentemente são contraditórias, ou seja: a) ele acredita, como muitos outros autores de sua época, que a quantidade de elemento sexual masculino é muito importante na reprodução, portanto um animal reproduzido por partenogênese tenderia à imperfeição; mas parece que o mesmo fenômeno lhe demonstra que o elemento sexual feminino tem

capacidade de se desenvolver sem a união com o elemento sexual masculino o que o leva a concluir que: b) não é o sêmen masculino que leva a vida ao óvulo, como muitos acreditavam desde Aristóteles.

2.2 A impotência do elemento sexual masculino

Na fertilização de um vegetal, a união do pólen com o óvulo produz uma semente; o fruto na qual essa semente se encontra é derivado totalmente da planta-mãe. À primeira vista, o pólen não poderia influenciar na constituição desse fruto, podendo apenas afetar o fruto das plantas descendentes dessa semente. Darwin afirma que não é isso que ocorre. O capítulo 11 da *Variação* contém uma longa seção com descrição de fatos que parecem mostrar o oposto.

Assim, quando Gallésio fertilizou uma flor de laranja com pólen do limão, as frutas apresentaram cascas com listras perfeitamente característica do limão (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 428-32).

Darwin dá outros exemplos: a vagem de ervilha, a maçã e outras frutas também poderiam ser diretamente afetadas pelo pólen.

Nós aqui vemos que os elementos formativos incluídos dentro do elemento masculino ou pólen de uma variedade, podem afetar e hibridizar, não somente a parte que eles estão propriamente adaptados a afetar, como os óvulos; mas também os tecidos parcialmente desenvolvidos de uma variedade ou espécie distinta (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 360-1).

Portanto, Darwin deixa claro nessa passagem que o elemento masculino afeta tanto o óvulo da mãe como o tecido próximo ao organismo a ser formado. Parece então que existem dois tipos de hibridação ou combinação de matéria: uma é a matéria do elemento sexual masculino se misturando com a matéria do elemento sexual feminino; outra é a combinação entre a matéria incluída dentro do tecido já desenvolvido de um indivíduo com aquela incluída no tecido de outro indivíduo:

como ocorre em uma planta hibridizada por enxerto, na qual os elementos formativos incluídos dentro do tecido de um indivíduo combinam-se com aqueles incluídos no tecido de uma outra variedade ou espécie, dando assim origem a uma forma nova intermediária, independentemente dos órgãos sexuais do macho ou da fêmea (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.361).

No caso de animais, Darwin acredita existir um fenômeno análogo. Desde a antiguidade se acreditava que o efeito do cruzamento de um macho com uma fêmea podia afetar a prole posterior resultante da união com outro macho. Tal crença aparece, por exemplo, em Aristóteles e William Harvey. Darwin fornece exemplos de "fatos" bem documentados sobre cavalos, cachorros, carneiros e porcos, em que um cruzamento produziu efeitos sobre as proles seguintes (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, vol.1, 1875, p. 435-7). Darwin comenta:

Nós temos o caso análogo e perfeitamente bem estabelecido do elemento masculino afetando a fêmea ou seus ovos, de maneira que quando ela é impregnada por outro macho, sua prole é afetada e hibridizada pelo primeiro macho. A explicação seria simples se os espermatozóides pudessem conservar-se vivo dentro da fêmea durante o longo período que às vezes ocorre entre as duas

ações de impregnação, mas ninguém irá supor isso possível para animais superiores (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 361).

Darwin considera que os espermatozóides provindos do primeiro coito já provocam alguma modificação no corpo da mãe, portanto quando a segunda impregnação ocorre, não poderá determinar totalmente as características da prole.

O fenômeno parece a Darwin tão importante e inusitado que ele se empenha em aumentar o número de casos descritos, entre a primeira e a segunda edições da *Variação*.

Portanto, para Darwin é claro que o elemento sexual masculino tem grande influência na formação do novo ser. Isso é um fato importante para Darwin poder explicar, mais tarde, como se formam gêmulas híbridas. Outro aspecto interessante é a explicação dada para os resultados dos enxertos. Como veremos detalhadamente mais adiante, Darwin considera que as gêmulas podem passar de uma célula a outra. Assim, em uma planta enxertada as gêmulas da outra planta poderiam provocar modificações originando uma planta híbrida.

2.3 Regeneração: recrescimento de partes amputadas

A regeneração é um tema que, como vimos foi discutido por Bonnet e explicado por este através da teoria dos germes. Darwin também vai associar a regeneração às mesmas causas que produzem a reprodução e a herança.

Esse tema Darwin apenas discute, de forma sistemática, na segunda edição. Mais uma vez, ele desfila inúmeras citações de autoridades, como por exemplo:

Spallanzani que cortou seis vezes sucessivas as pernas e caudas da mesma salamandra, e Bonnet que fez o mesmo oito vezes; e em cada ocasião os membro foram reproduzidos a partir do exato

ponto da amputação, sem deficiências ou excessos (DARWIN, The variation of animals and plants under domestication, v.2, 1875, p.357).

Darwin também coloca relatos de que em certos animais que apresentavam algum membro anormal, após a amputação esses membros se regeneravam de forma normal, ou seja, os membros se desenvolveram da mesma maneira que em um animal jovem perfeito.

Darwin considera que o poder de recrescimento é maior nos primeiros estágios do que na fase madura, e também nos animais inferiores, porém dá excessões a esse caso. Outro aspecto importante para sua teoria, é que, segundo Darwin, em todos os casos o poder de recrescimento tem que se difundir pelo corpo todo.

2.4. Desenvolvimento, metamorfose, metagênese

Darwin considera que o germe fertilizado alcança a maturidade através de várias mudanças que podem ser repentinas ou lentas. Como exemplo ele cita as mudança lentas que ocorrem no embrião humano e as trocas abruptas que ocorrem nos insetos, conhecidas como metamorfose.

Darwin também considera e distingue outra forma de desenvolvimento, chamada pelo professor Owen de "metagênese". Na metamorfose as novas partes formadas são moduladas sobre a superfície interna das velhas partes: da cabeça sai outra cabeça, etc.; enquanto que na metagênese isso não ocorre, existindo uma força plástica que troca seu curso de operação.

Na metagênese tudo que deu forma e característica ao indivíduo precedente perece e é perdido, as trocas não ocorrem em partes correspondentes do novo indivíduo. A metamorfose se gradua de maneira tão sutil dentro da metagênese que os dois processos não podem ser distinguidos e separados. Darwin dá o seguinte exemplo:

Na última troca que ocorre nos cirrípedes, o canal alimentar e algum outro órgão são modulados sobre partes pré-existentes, mas os

olhos do velho e do novo animal são desenvolvidos de partes diferentes do corpo; mas suas porções basais e o tórax todo são desenvolvidos em um plano que forma ângulo reto com os membros larvais e do tórax, e isto pode se chamado de metagênese. (DARWIN, The variation of animals and plants under domestication, v. 2, 1875, p. 362).

Todos esses processos indicam uma sucessão de formas, mais ou menos independentes umas das outras. O desenvolvimento, com ou sem metamorfose e metagênese, assemelha-se mais, para Darwin, a uma sucessão de indivíduos diferentes que vão se substituindo um ao outro do que ao crescimento de uma única entidade. O fenômeno de herança de modificações em estágios de vida correspondentes também lhe parece indicar algo do mesmo tipo; uma fase de vida é, em grande parte, independente das anteriores e posteriores. Darwin chama a atenção para outro fenômeno que lhe parece associado a esses:

Somos levados à mesma conclusão, ou seja, a independência de partes desenvolvidas sucessivamente, por outro grupo de fatos bastante distinto. É bem conhecido que muitos animais pertencentes à mesma ordem, e portanto não diferindo muito um do outro, passam por caminhos de desenvolvimento extremamente diferentes. Assim, certos bezouros, sem serem notavelmente diferentes de outros da mesma ordem, sofrem o que foi chamado de hiper-metamorfose - ou seja, passam por um estágio inicial completamente diferente do da larva ordinária" (DARWIN, The variation of animals and plants under domestication, v. 2, 1875, p. 3 63).

Todos os bezouros seriam descendentes de um antepassado comum;

mas, durante o processo de evolução, algumas variedades adquiriram e transmitiram a seus descendentes novas fases de desenvolvimento, que se somaram às outras sem modificá-las significativamente, como se cada estrutura fosse independente da outra.

Além dessa independência das várias fases do indivíduo, Darwin chama a atenção para a relativa independência de suas partes, que será colocado em detalhes mais adiante. Enfatiza que cada célula tem uma vida própria; e que partes de um animal podem ser inseridas em outra parte do mesmo animal (ou em outro) e continuam a crescer e se desenvolver. Darwin cita o caso de uma espora de galo implantada na orelha de um touro, que cresceu e tornou-se quase um terceiro chifre; a implementação do rabo de um porco no meio de suas costas; e o desenvolvimento de um pedaço de osso de um cão no corpo de um coelho (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 365).

2.5 A formação de híbridos por enxertos

Quando se implanta um broto de um vegetal em outro, se esse broto consegue se desenvolver, pode gerar um ramo igual ao vegetal de origem, ou sofrer modificações. Darwin indica que os efeitos mais comuns podem ser explicados por uma "alteração de nutrição", pois o ramo enxertado recebe agora nutrientes captados pela raiz e transmitidos pelo tronco de outra planta. (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 360). No entanto, assinala que, em certos casos, o broto enxertado pode gerar uma planta com características intermediárias entre as duas formas primitivas (a da base e a que forneceu brotos para enxerto).

Vários exemplos são discutidos em detalhe, no capítulo 11 da *Variation*. No caso de alguns deles, há dúvidas sobre o processo de surgimento dos híbridos; em outros, as evidências parecem mais claras (uvas, rosas, batatas - ver *Variation*, v.1, p. 419-22). O caso da batata parece a Darwin especialmente claro, e ele adiciona muitas novas evidências e uma discussão detalhada deste caso na segunda edição da *Variation*. Ele indica que, pelo corte e união de duas metades de batatas distintas, pode-se originar um híbrido.

Darwin também informa que em híbridos formados por enxertos (como também no caso de híbridos por polinização) pode haver "segregação": podem surgir ramos ou partes do híbrido que apresentam apenas características de um ou de outro dos pais, enquanto outras partes apresentam uma mistura ou características intermediárias, no mesmo indivíduo. (Variation, v.1, p. 413, 424).

A partir desses vários casos, aprendemos o importante fato de que os elementos formativos, capazes de se unir com os de um indivíduo diferente (e esta é a principal característica da geração sexual) não estão confinados aos órgãos reprodutivos, mas estão presentes nos brotos e no tecido celular das plantas; e este é um fato da mais alta importância fisiológica (DARWIN, The variation of animals and plants under domestication, v. 2, 1875, p. 360).

2.6 A independência funcional dos elementos ou unidades do corpo.

Segundo Darwin, a maioria dos fisiologistas concorda que o organismo todo é constituído de inúmeras partes que são independentes entre si. Essa idéia é importante para Darwin pois uma parte afetada, que produzirá gêmulas modificadas, não influenciará as partes vizinhas, sendo assim transmitida às gerações seguintes. Para reforçar essa idéia que é importante para sua hipótese, Darwin faz várias citações concordantes:

Cada órgão, diz Claude Bernard, tem sua vida própria, sua autonomia; e pode desenvolver-se e reproduzir-se independentemente dos tecidos contínuos. Uma grande autoridade alemã, Virchow, afirma ainda mais enfaticamente que cada sistema consiste de uma enorme massa de pequenos centros de ação... Cada elemento tem sua própria ação especial... Cada elemento, como afirma o senhor

J. Paget, vive e morre em seu tempo e é repassado depois de ser difundido ou absorvido (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 364).

Darwin coloca que existe muita dúvida ainda, se cada uma dessas unidades autônomas é uma célula ou não, mas parece concordar com Virchow que afirma:

que cada átomo de tecido é derivado de células, e esses de células pré-existentes, e essas primariamente de um ovo, o qual ele interpreta como a grande célula; que as células retêm a mesma natureza, aumentando por auto-divisão ou proliferação, e isso é admitido por todos (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 366).

Mas o aspecto mais importante para a hipótese e crença de Darwin é:

Quando um organismo sofre grandes trocas de estrutura durante o desenvolvimento, se supunha que as células, em cada estágio, tivessem sido diretamente derivadas de células previamente existentes, precisam igualmente sofrer as mesmas modificações na natureza; essa troca é atribuída pelos defensores da doutrina celular de que a célula possui algum poder de herança, e não por alguma força externa. Outros mantêm que células e tecidos de todos os tipos podem ser formados, independentemente de células pré-existentes, do linfa plástico ou blastema. Qualquer ponto de vista pode estar correto, cada um admite que o corpo consiste de numerosas unidades orgânicas, das quais todas possuem seus próprios atributos, e são de certa forma independentes umas das

outras. Portanto, será conveniente o uso indiferenciado dos termos célula ou unidades orgânicas, ou simples unidades (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.366).

Pela citação acima parece que para Darwin não importa muito a origem da célula ou unidade, pois elas possuem um poder de herança inerente que irá produzir gêmulas modificadas caso haja uma troca na estrutura em questão, independentemente de terem se originado de uma célula pré-existente ou de um blastema, pois como ele mesmo afirma, as inúmeras unidades são independentes entre si. Essa idéia é de extrema importância para a coerência de sua hipótese, como veremos mais adiante.

Pode-se apontar como uma falha, aqui, o fato de Darwin ocultar ou deixar de relatar idéias contrárias à independência funcional das unidades. Herbert Spencer, por exemplo, já em 1864 em seu livro *Principles of Biology* colocou que uma mudança funcional em qualquer órgão ou unidade acarreta uma mudança estrutural e um desarranjo no organismo como um todo. Esse organismo tenderá a um novo equilíbrio e é essa tendência que será passada a gerações seguintes por meio das unidades fisiológicas. Portanto, uma célula depende da outra, e o poder de herança está implícito no rearranjo das unidades, onde "as unidades e o agregado devem agir e reagir um sobre o outro" (SPENCER, *Principles of Biology*, v.1, p. 318-9)².

Dando seqüência à exposição de Darwin, serão expostas as principais leis da hereditariedade.

2.7 Variedade e herança

Os diferentes descendentes de um mesmo casal não são idênticos entre si nem aos pais, mas mostram uma certa gama de diferenças. A isso Darwin chama "variabilidade".

² Darwin conhecia a obra de Spencer, mas não fala sobre isso.

Para Darwin a variabilidade não é um princípio decorrente diretamente da vida ou da reprodução, mas resulta de causas especiais, geralmente de mudanças que atuam durante sucessivas gerações.

A variabilidade flutuante assim induzida é aparentemente devido em parte ao sistema sexual que é facilmente afetado... (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 367).

Apesar da afirmação acima, Darwin acha que a variabilidade não está necessariamente conectada ao sistema sexual.

Embora muitos autores considerassem que a reprodução por brotamento (assexual) sempre reproduz os caracteres do progenitor, enquanto que a reprodução por fertilização dá origem a seres variáveis, Darwin afirma que essa distinção não é tão forte assim e dedica todo o capítulo 11 de sua obra dando exemplos de brotos que originaram plantas com características diferentes e que essas variedades podem ser propagadas tanto por brotamento como por sementes.

Apesar da consideração acima, Darwin afirma que a reprodução sexual produz mais variabilidade do que a reprodução assexual, porém em ambos os casos, a variabilidade é governada por leis e é determinada pela mesma causa geral: assim, as novas variedades produzidas assexuadamente não são distinguidas das novas variedades produzidas sexuadamente.

Portanto, Darwin considera que a variabilidade resulta de trocas nas condições de vida, e essas trocas podem afetar o sistema reprodutor que por sua vez acarreta modificações na prole. Mas o que Darwin questiona é:

Por que a prole deveria ser afetada quando os pais foram expostos a novas condições? Ou seja, como a troca nas condições de vida causam uma variabilidade ou ainda como a herança do efeito do uso e desuso de um órgão pode ser explicado,

ou seja, como pode o uso ou desuso de um membro particular ou do cérebro afetar um pequeno agregado de células reprodutivas, situado em uma parte distante do corpo, e qual a maneira pela qual o ser desenvolvido dessas células herda os caracteres de um ou de ambos pais? Mesmo uma resposta imperfeita para a questão seria satisfatória (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.367).

E é essa resposta que Darwin tentará elucidar em sua hipótese da pangênese. Porém antes de colocar sua hipótese, Darwin faz as seguintes elucidações a respeito da variabilidade e herança:

2.7.1 Tendência das características a serem herdadas.

Em seu livro *A variação*, Darwin dedica três longos capítulos à herança (capítulos 12, 13 e 14).

Ele indica que o assunto sobre a herança é imenso, podendo citar um trabalho como o *De l'hérédité naturelle...* de Prosper Lucas que possui 1562 páginas, para se ter uma idéia da quantidade de folhas escritas sobre o assunto. Em grande parte, Darwin se baseia nas crenças de criadores de animais e plantas, que acumularam muitos conhecimentos sobre o assunto e que não colocam em dúvida a tendência geral à herança de todos os caracteres. Assim:

Todo o assunto da herança é maravilhoso. Quando uma nova característica aparece, qualquer que possa ser sua natureza, ela geralmente tende a ser herdada, pelo menos temporariamente e algumas vezes de modo mais persistente. O que pode ser mais maravilhoso do que uma pequena peculiaridade, não primordialmente associada à espécie, ser transmitida através das células sexuais do macho ou da fêmea, que são tão diminutas que não são visíveis ao olho nú, e depois através de

incessantes mudanças ao longo do desenvolvimento, ocorrido no ovo ou no útero, aparecer por fim na prole quando madura, ou ainda quando bastante velha, como no caso de algumas doenças? (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.1, 1875, p.466).

Darwin considera que não só as características gerais, como cor de olho, cabelo, formas e feições sejam herdadas, mas também algumas doenças, hábitos, o modo de andar, os gestos, a voz:

Meu pai comunicou-me alguns notáveis exemplos. Em um deles, um homem morreu quando seu filho era ainda pequeno, e meu pai que só voltou a ver esse filho quando ele já estava crescido e doente. Declarou que pareceu-lhe que seu velho amigo houvesse se levantado da cova, com todos os seus hábitos e maneiras peculiares (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 1, 1875, p. 450).

Darwin também faz referência à herança de talentos, como a genialidade, citando o trabalho de Galton: *Hereditary genius*.

Ele se baseia principalmente em pedigrees de animais para seu estudo, mas não descarta nenhum tipo de informação, como as oferecidas por colecionadores de autógrafos que afirmam que a forma de escrever é herdada e que às vezes só se pode diferenciar as assinaturas de pais e filhos através da data.

Darwin dá bastante atenção à hereditariedade de anomalias e doenças, como problemas dos olhos, polidactilismo, etc. No entanto, observa com espanto, que certas características não são herdadas, como nos casos dos surdo-mudos, que têm quase sempre filhos normais. Essas exceções são, para Darwin, "incompreensíveis" (*Variation*, v.1, 1875, p. 465-6). Indica, também, que algumas deformidades congênitas, como o lábio leporino e palato fendido (com ocorrência na própria família de Darwin) são herdadas,

enquanto outras não o são (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 1, 1875, p. 466).

2.7.2 Herança em fases correspondentes da vida

Aqui Darwin irá se referir a uma classe de fatos, que segundo ele, diferem um pouco dos casos comuns de herança. São características que apareceram em um dos pais ou em ambos em uma determinada época da vida e que apareceram nos filhos nessa mesma época:

O senhor H. Holland afirma que irmãos e irmãs da mesma família são frequentemente afetados, geralmente na mesma idade, pela mesma doença, não sendo conhecida uma ocorrência prévia na família... Meu pai mencionou-me um caso em que 4 irmãos morreram entre as idades de 60 e 70 anos no mesmo estágio de coma (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 1, 1875, p. 458-60).

Darwin ainda coloca que quando uma variação aparece pela primeira vez nós nunca poderemos dizer se ela será herdada; porém, se ambos os pais apresentam essa peculiaridade, existe uma forte probabilidade de ser transmitida, pelo menos a um dos filhos.

Darwin afirma que a herança é a regra e a não herança é a anomalia:

A herança é governada por várias leis. Caracteres que aparecem em uma idade particular tendem a reaparecer na idade correspondente. Eles frequentemente se tornam associados a certas estações do ano, e reaparecem na prole na estação correspondente. Se eles aparecem cedo na vida em um dos sexos, tendem a reaparecer exclusivamente no mesmo sexo e no mesmo período de vida." (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.368).

Ele indica que, quando esta regra falha, a característica tende a reaparecer na prole em uma época anterior ao aparecimento nos pais (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 60).

Como exemplos desses fenômenos, Darwin indica várias doenças hereditárias que se manifestam na mesma idade (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 52-5). Dá outros tipos de exemplos, como a independência entre as características manifestadas em diferentes estágios: sementes aparentemente iguais podem gerar árvores diferentes e sementes diferentes podem dar árvores idênticas; em animais que passam por metamorfoses, como o bicho-da-seda, há uma grande independência entre as características das várias fases (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 52). Além disso, o princípio se aplica a fenômenos tão corriqueiros que praticamente não chamam a atenção: certas características (barba, nos homens; chifres, nos bois) e instintos só se manifestam em certas idades.

Em todos os casos, as características que irão aparecer em uma idade ou fase posterior já devem existir antes, mas em estado latente.

2.7.3 Reversão

Darwin dedicou todo o capítulo 12 à discussão da "reversão de caracteres" ou "atavismo", que, segundo ele, é um nome derivado de *Atavus*, que significa um ancestral. Consiste, basicamente, no aparecimento de caracteres na prole que não estavam presentes nos pais, mas que existiam em ancestrais mais remotos (avós, bisavós, etc.). Os dois casos mais importantes em que podem ocorrer reversões são, para Darwin: Primeiro - quando uma linhagem ou raça pura adquiriu (ou perdeu) uma característica por variação ou seleção e depois retorna à forma inicial. Segundo - quando uma linhagem resultou de um cruzamento entre tipos diferentes e uma característica de um destes tipos, depois de desaparecer durante algum tempo, reaparece. Esses tipos de reversão afetam o indivíduo como um todo durante toda a sua vida. Outras formas de reversão discutidas por Darwin afetam uma parte do indivíduo ou só se

manifestam durante um período de sua vida (as outras partes ou outras fases da vida não mostram reversão).

Para estabelecer a existência do fenômeno, Darwin se refere a vários exemplos. No caso de animais, utilizou exemplos de características que às vezes surgem espontaneamente e que não existiam nas gerações anteriores conhecidas mas que existem em raças selvagens das quais as domésticas possivelmente teriam se originado. Alguns exemplos (utilizados também na *Origem das espécies*) são: o aparecimento da coloração azulada e marcas negras (como as da *Columba livia* selvagem) em pombos domésticos; listras como as da zebra, em asnos; etc. No caso de vegetais, cita alguns casos como o do amor-perfeito cultivado que pode gerar ocasionalmente plantas iguais às selvagens; maçãs e peras que ocasionaram fenômenos do mesmo tipo; e indica que alguns agricultores, por um processo de seleção, efetuaram a reversão de alguns vegetais a formas selvagens (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 2 - 4). Indica também que animais domésticos que se estabelecem na natureza e se reproduzem fora do ambiente doméstico, tornando-se ferozes, podem adquirir características de seus antepassados remotos - como os gatos, que manifestam listras no corpo, quando voltam ao estado selvagem. O caso que lhe parece mais bem documentado é o de porcos levados a locais onde não existiam outros porcos (Índia, América do Sul, Ilhas Falkland) e, tornando-se selvagens, adquiriam todas as características dos porcos selvagens: cor escura, pelos grossos, grandes presas, listras nos filhotes (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 5-7).

Em todos esses casos, a forma antiga, presumivelmente comum a todos os antepassados, mas perdida, está reaparecendo. Em outros casos, Darwin considera que houve um cruzamento de diferentes raças ou variedades; as características de uma delas pode prevalecer durante muito tempo, mas depois de várias gerações podem reaparecer características da outra. Cita evidências de tal fenômeno baseado no testemunho de criadores de animais e de sua própria experiência com pombos e plantas (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 8-9). Afirma que essa reversão pode ocorrer mesmo após oito ou mais gerações em que a

característica não se manifestou. O mesmo pode se dar em seres humanos:

Quando uma criança se assemelha mais a seus avós do que a seus pais, nós não prestamos muita atenção ao fato, mas quando uma criança se assemelha a algum ancestral remoto ou algum membro distante na linha colateral, em último caso precisamos atribuir isto a um progenitor comum a todos os descendentes (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 1).

Ou seja, para Darwin, quando um indivíduo apresenta uma característica não apresentada pelos pais, ele pode estar revertendo a um ancestral remoto. Os casos de "reversão parcial" indicados por Darwin são muitos: vegetais dos quais brotam flores ou ramos diferente do restante da planta; ou, às vezes, parte da flor ou fruto é do tipo normal e outra parte (ou faixas) de outro tipo (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 10-11; ver também v. 1, p. 398-9 e 413-4). No caso de alguns animais, como galinhas, o cruzamento de pais de cores diferentes pode gerar filhos que manifestam uma cor no início e outra cor em outra fase da vida (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 12).

Darwin assinala que os híbridos costumam ser, na primeira geração, intermediários entre seus pais exceto quando seus caracteres não se misturam. No entanto, as outras gerações mostram reversão a características de um ou de ambos antepassados. Cita a opinião de Naudin de que híbridos são mosaicos que incluem todas as características dos seus pais, intimamente intercalados (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 23).

O princípio da reversão é explicado por Darwin supondo que "cada caracter que ocasionalmente reaparece está presente em uma forma latente em cada geração e, de forma semelhante, os caracteres sexuais secundários do macho e da fêmea, estão respectivamente no

sexo oposto numa forma latente e prontos para serem desenvolvidos quando os órgãos reprodutivo são danificados" (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 369). Ou seja: para Darwin, o caracter sexual secundário feminino está latente no macho e terá condições de se manifestar se seu órgão reprodutivo parar de trabalhar, seja por danos ocorridos ou pela idade.

Para Darwin, a suposição de caracteres latentes é de grande importância, pois pode assim explicar o aparecimento sazonal de certas características e a reversão de algumas características ancestrais:

Em cada criatura viva nós podemos estar seguros de que há uma multidão de caracteres antigos e esquecidos prontos para se desenvolverem sob condições apropriadas. Como podemos tornar isso inteligível e conectar com outros fatos esta maravilhosa capacidade comum de reversão, este poder que chama de volta à vida caracteres há muito perdidos? (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 369).

Darwin explica o princípio de reversão, como sendo o surgimento de caracteres que estavam latentes nos ancestrais remotos. Para Darwin, esse princípio prova que a transmissão de caracteres a seus descendentes e seus desenvolvimentos são poderes distintos e até antagônicos. Essa distinção, apesar de não explicada no texto, é muito importante, pois transmissão, geração e desenvolvimento eram termos que muitas vezes se misturavam, com pouca clareza de cada processo.

2.7.4. *Prepotência de caracteres*

Darwin utiliza em sua obra um conceito que tem certa semelhança com o de "dominância": o de "prepotência" (*prepotency*). Ele afirma que os cruzamentos de dois indivíduos diferindo em certas características produz, em geral, na primeira geração, uma

prole com características intermediárias entre as dos pais; mas que isso nem sempre ocorre. Em certo ponto, afirma que essa excessão ocorre quando as características não se combinam (*blend*) ou não se fundem. Darwin refere-se ao caso de um cachorro preto que, cruzado com diferentes cadelas, sempre gerou filhotes pretos, independentemente da cor da mãe (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 40). Indica vários casos de prepotência entre animais e vegetais. Entre outros, cita estudos de Laxton que lhe descreveu um fenômeno desse tipo com ervilhas:

Sempre que se efetuou um cruzamento entre ervilhas de flores brancas e uma de flores púrpura, ou uma de sementes brancas e uma com sementes pintadas de cor púrpura, marron ou cor de xarope, a prole parece perder quase todas as características das variedades de flores brancas e de sementes brancas; e esse resultado ocorre seja qual for a variedade que tenha sido usada como produtora de semente ou produtora de pólen (LAXTON, apud, DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 42-3).

Embora o conceito se assemelhe ao de dominância, esta concepção pré-mendeliana não está associada a nenhuma lei numérica relativa às sucessivas gerações.

Além disso, Darwin parece não considerar a prepotência como um fenômeno geral que sempre ocorresse quando as características não se misturam ou fundem. Ele se refere, por exemplo, a casos de camundongos e coelhos em que a cor geral da prole não é uma cor intermediária à dos pais, mas parece acreditar que, nesses casos, os descendentes podem ter qualquer das características de um dos pais (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 70). Além disso, Darwin parece geralmente utilizar essa noção de "prepotência" para um conjunto global de características, e não para características isoladas. Ele

afirma, por exemplo, que "o chacal é prepotente sobre o cachorro", sem especificar quais os caracteres estudados. Em outros pontos, refere-se a características específicas, como a cor.

Darwin procura estabelecer regras gerais de prepotência. Questiona, por exemplo, se as características antigas são mais fortes do que as adquiridas mais recentemente (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 39-40). Mas afirma por fim que o assunto é extremamente intrincado, por existirem vários complicadores e influências de outros tipos.

Não é surpreendente, portanto, que ninguém tenha até aqui obtido sucesso em traçar regras gerais sobre o assunto da prepotência (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 47).

2.7.5 Herança limitada pelo sexo.

Darwin discute dois tipos de relações entre herança e sexo. A mais simples é a de características sexuais secundárias; mas também outras características (como certas doenças) estão ligadas ao sexo. Um dos exemplos que apresenta é o daltonismo (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 48-9).

Algumas características ligadas ao sexo podem, de acordo com Darwin, ser transmitidas de forma latente pelo outro sexo. Por exemplo, uma vaca com grande produção de leite pode gerar um boi que, por sua vez, gera uma vaca que tem a produção de leite da avó (e não da mãe); ou um galo de briga, que pode transmitir sua característica a um neto, através de uma galinha (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 27).

Esses caracteres femininos latentes nos machos (e vice-versa) podem se manifestar, às vezes, no próprio sexo oposto: às vezes, indica Darwin, pela castração; ou, às vezes, pela idade.

Darwin observou que novas características frequentemente aparecem em um dos sexos e são posteriormente transmitidas para o mesmo sexo, ou em um grau muito menor, para o outro sexo, e assim cita:

O doutor Lucas mostrou que, quando uma peculiaridade, não conectada com os órgãos reprodutivos, aparece em um dos pais, ela é frequentemente transmitida exclusivamente para a prole do mesmo sexo, ou para um número muito maior destes do que do sexo oposto (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.48).

Ele também cita exemplos mostrando que o macho ocasionalmente transmite suas peculiaridades às filhas, e a mãe aos filhos, mas em cada um desses casos nós vemos que a herança tem uma certa abrangência, embora invertida e regulada pelo sexo. Darwin coloca em forma de regra, que as variações que aparecem em um dos sexos em período tardio da vida, quando as funções reprodutivas estão ativas, tendem a ser desenvolvidas naquele sexo somente; já variações que aparecem cedo comumente são transmitidas a ambos os sexos. (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 48).

2.7.6 Herança de caracteres adquiridos

A herança de caracteres adquiridos foi uma idéia amplamente aceita. Supunha-se que as características adquiridas durante a vida de um indivíduo, seja por acidente, por dano, por uso excessivo ou falta de uso de um membro, eram transmitidas à prole.

A crença na herança de caracteres adquiridos tem sido associada tão consistentemente ao Cavaleiro de Lamarck, que é referida atualmente como "lamarckismo", embora Lamarck não tenha sido nem o primeiro nem o mais importante biólogo que pensou que tais modificações eram herdáveis. Outros naturalistas próximos exprimiram idéias similares, que na ausência de hipóteses rivais foram aceitas por seus contemporâneos (ZIRKLE, 1935, p. 417).

Zirkle nos oferece, no trabalho acima citado, inúmeras passagens que demonstram que tais idéias foram amplamente aceitas por diversos estudiosos em diferentes épocas, inclusive Darwin:

Após a publicação da *Origem das espécies* (1859), Darwin inclinou-se mais e mais para a crença da herança de caracteres adquiridos, e ele coloca sua hipótese na tentativa de explicar como exatamente as modificações somáticas poderiam ser transmitidas de uma geração para a outra (ZIRKLE, 1935, p. 425).

Darwin é bem claro ao colocar que nem todas as características adquiridas são herdadas e que nem sempre se pode tirar uma conclusão decisiva a respeito. Mas afirma que:

Os efeitos de danos ou mutilações são ocasionalmente herdados; e veremos em um futuro capítulo, que o contínuo uso e desuso de partes produz um efeito herdado (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 1, 1875, p. 472-3).

Para ilustrar a controvérsia, ou seja, se uma característica adquirida é herdada ou não, Darwin dá o seguinte exemplo:

Com respeito à herança de estruturas mutiladas por danos ou alteradas por doenças, foi até recentemente uma questão muito difícil chegar a uma conclusão definitiva. Algumas mutilações foram praticadas por um vasto número de gerações sem nenhum resultado herdado. Godron afirma que diferentes raças de homens, desde tempos imemoráveis, arrancaram seus incisivos superiores, cortaram as juntas de seus dedos, fizeram imensos buracos através dos lobos de suas orelhas ou de suas narinas, tatuaram-se,

fizeram profundas feridas em várias partes de seus corpos, e não há razão para supor que essas mutilações tenham sido alguma vez herdadas ... Com respeito aos judeus, fui assegurado por três homens médicos de fé judaica que a circuncisão, que foi praticada por tantas eras, não produziu nenhum efeito herdado. Blumembach, entretanto, afirma que frequentemente nascem judeus na Alemanha em condição que torna difícil a circuncisão, sendo-lhes então dado o nome de "nascidos circuncidados"; e o professor Preyer me informou que isso ocorre em Bonn, sendo tais crianças consideradas favoritas de Jeová ... Mas é possível que todos esses casos sejam coincidências acidentais. Já o senhor J. Paget viu cinco filhos de uma mulher e um filho da irmã dessa mulher com prepúcios aderentes. Um desses meninos foi afetado de tal maneira que poderia ser considerado como o comumente produzido por circuncisão; e no entanto, não havia suspeita de sangue judeu na família dessas duas irmãs. A circuncisão é também praticada pelos muçulmanos, mas a menos tempo do que nos judeus; e o doutor Riedel, assistente residente nas Celebes do Norte, escreveu-me que os meninos de lá andam nus até a idade de seis a dez anos; e observou que muitos deles, embora não todos, têm seus prepúcios muito reduzido em tamanho, e isto ele atribuiu a efeitos herdados da operação (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 1, 1875, p. 466-7).

Tal citação foi colocada aqui na íntegra para mostrar que Darwin não oculta os fatos que não se adequam a sua idéia, porém os coloca de forma a compor um raciocínio: algumas características adquiridas podem ser herdadas, outras não.

Há vários casos em que Darwin indica evidências aparentemente claras favoráveis à herança de lesões ou de seus efeitos. Cita o caso de uma vaca que perdeu acidentalmente um chifre, com posterior supuração, e que gerou três bezerros sem chifres do mesmo lado da cabeça; um homem que teve o dedo mínimo quase cortado fora e que depois ficou torto, e cujos filhos tiveram também o mesmo dedo da mesma mão igualmente torto; e outros exemplos. Além de casos anedóticos, cita no entanto como evidência definitiva a favor da herança de efeitos de lesões, estudos feitos por Brown-Séguard (e confirmados por Abersteiner) com porquinhos da Índia que eram operados para fins de pesquisa e cujos filhos mostravam lesões semelhantes (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 1, 1875, p. 467-9). De um modo geral, Darwin considera que ferimentos, quando seguidos de doença ou supuração, podem ser herdados (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.1, 1875, p. 469-70).

Para um leitor atual, tudo isso pode parecer absurdo. Mas Darwin não está inventando fatos; está utilizando os fatos a que tem acesso através de relatos e de publicações especializadas. Pode-se pensar que ele era excessivamente crédulo; mas por que motivo ele duvidaria das descrições de Brown-Séguard e de sua confirmação por outro pesquisador? Duvidar dessas descrições na época, é que teria constituído um comportamento preconceituoso e anti-científico.

Além de resultados de lesões, Darwin também discute a herança de características adquiridas pelo uso e pelo desuso e a influência do meio. Nos capítulos dedicados especificamente às leis de herança, Darwin quase não discute o assunto, mas o tema aparece em vários locais dessa obra.

Ele afirma que condições de vida modificada podem alterar as condições dos animais e plantas domésticas:

Muitos casos de não herança são inteligíveis pelo princípio de que existe uma forte tendência à herança, mas que ela é superada por condições hostis ou desfavoráveis de vida (DARWIN, *The variation of animals and plants under*

domestication, v. 1, 1875, p. 470).

Darwin dá exemplos: mudança de tamanho das patas dos cavalos ingleses levados para as Ilhas Falkland, que ele atribui ao clima frio e úmido e à geografia montanhosa; a redução da lã dos carneiros em países tropicais, após algumas poucas gerações; alteração das couves levadas para países quentes, etc.

Mas a ação do uso e desuso é discutida mais detalhadamente nos primeiros capítulos da obra, ao analisar os vários animais domésticos - cavalos, porcos, coelhos, pombos, galinha, patos.

Alguns exemplos são: desenvolvimento de membranas entre os artelhos das patas de cães nadadores (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.1, 1875, p. 42); modificação da forma do crânio e tamanho das patas dos porcos domésticos, por desuso; alteração da proporção entre tamanho dos membros e comprimento do corpo de coelhos, por falta de exercício (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.1, 1875, p. 229-30). Outros exemplos podem ser facilmente encontrados.

Finalmente, embora permaneça muita obscuridade com respeito à herança, podemos considerar as seguintes leis como bastante bem estabelecidas. Primeiramente, uma tendência de toda nova característica, nova ou velha, a ser transmitida por geração seminal ou através de brotos, embora algumas vezes [essa tendência] seja contra-atuada por várias causas conhecidas e desconhecidas. Em segundo lugar, reversão ou atavismo, que depende de que a transmissão e o desenvolvimento [de características] são poderes distintos; age em vários graus e formas tanto na geração seminal quanto na por brotos. Em terceiro lugar, prepotência de transmissão, que pode estar confinada a um sexo, ou ser comum a ambos os sexos. Em quarto lugar, transmissão ligada ao sexo, geralmente ao sexo no qual

apareceu primeiramente a característica herdada; e isso depende em muitos casos, provavelmente na maioria deles, de a nova característica ter aparecido primeiramente em um período bastante tardio de vida. Em quinto lugar, herança em períodos correspondentes de vida, com alguma tendência ao desenvolvimento precoce da característica herdada (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 61).

Pode-se supor que Darwin omite aqui a menção à herança de caracteres adquiridos por incluí-la na primeira lei; e que omite a menção destacada à latência por não ser uma "lei" e sim parte do conteúdo de explicação de várias das leis. Pelo contrário, no capítulo sobre a hipótese da pangênese, Darwin dá destaque à lei do uso e desuso, não enfatizando outras leis (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 379).

3 A HIPÓTESE DA PANGÊNESE

A hipótese da pangênese, exposta por Darwin no capítulo 27 da *Variação*, baseia-se nas seguintes premissas:

1. Todas as unidades do corpo têm o poder de crescimento por auto-divisão.

É universalmente admitido que as células ou unidade do corpo aumentam por auto-divisão ou proliferação, retendo a mesma natureza, e essas unidade posteriormente se convertem em vários tecidos e substâncias do corpo (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 321).

2. Todas as unidades do corpo expelem grânulos.

Eu assumo que as unidades expelem grânulos que são dispersados através do sistema quando suplementados com nutriente próprio, multiplicam-se por auto divisão e são posteriormente desenvolvidos dentro de unidades como aquela de que originalmente se derivaram. Esses grânulos podem ser chamados de gêmulas (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 321).

3. As gêmulas crescem, se multiplicam e se agregam.

4. As gêmulas de todas as partes do sistema se reúnem e constituem os elementos sexuais, cujo desenvolvimento formará depois um novo ser.

5. Nem todas as gêmulas presentes nos elementos sexuais que formam um novo ser irão se manifestar no mesmo; podem não se desenvolver, ficando em estado dormente e passando a outras gerações, nas quais poderão eventualmente se desenvolver.

6. As gêmulas, para se desenvolverem, devem se unir a células não desenvolvidas ou parcialmente desenvolvidas que as precedem.

7. Cada unidade expele gêmulas não só no estado adulto mas também nos outros estágios de desenvolvimento do organismo (mas não continuamente).

8. As gêmulas em estado dormente possuem afinidades mútuas e se agregam nos brotos ou nos elementos sexuais.

Essas suposições constituem a base da hipótese da pangênese. Darwin indica em nota de rodapé que outros autores, como Buffon (1749), Bonnet (1781), Owen (1849) e Spencer (1863), elaboraram teorias de herança e de reprodução que aparentemente se assemelhavam com a idéia da pangênese. Darwin considera sua teoria

como uma modificação e ampliação destas; mas coloca claramente várias diferenças.

Nesta teoria da pangênese; as gêmulas são os elementos responsáveis: a) pela formação e diferenciação dos tecidos e órgãos, em cada indivíduo; b) pela transmissão de características dos progenitores à prole. Nesses pontos, são semelhantes aos modernos gens. Porém, são bem diferentes destes, pois c) cada órgão e cada célula do organismo produz gêmulas, de diferentes tipos, e que variam conforme o estágio de sua produção; d) essas gêmulas originadas em todas as partes do organismo se aglomeram e reúnem nos brotos e elementos sexuais - os quais, portanto, recebem "informações" sobre o restante do organismo, podendo transmitir essas informações à prole. Como se verá, essa suposição é básica para explicar a transmissão de caracteres adquiridos, admitida por Darwin.

Darwin observa que, se um protozoário for simplesmente uma massa homogênea e geletinosa, então ele produzirá apenas um tipo de gêmulas, as quais são expelidas dessa massa e quando bem nutridas reproduzem o animal. Porém, se no lugar dessa massa homogênea houver partes com texturas diferentes, cada parte teria que expelir gêmulas próprias. Essas gêmulas seriam agregadas por afinidade mútua e permitiriam a formação de um novo organismo.

Em animais superiores, ocorreria algo semelhante: cada parte do animal que contenha tecidos diferentes precisará, para se reproduzir, de transmitir "informações" (Darwin não usa este termo) específicas sobre esses tecidos e sobre a estrutura de cada órgão; e se o animal passa por diferentes fases, nas quais os tecidos e órgãos são diferentes, essas informações sobre as diferentes fases também precisam ser transmitidas aos descendentes. Na concepção atual essa programação está contida nos gens; para Darwin, todas essas informações são reorganizadas e geradas novamente por cada indivíduo, através das gêmulas que são de muitos milhares de tipos em cada animal superior, como ele afirma (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.371).

Darwin e a maioria dos naturalistas da época admitem que os elementos sexuais e brotos incluem matéria formativa de algum tipo. Essa suposição é necessária para explicar o surgimento de um novo

ser a partir dos mesmos. Segundo a hipótese da pangênese essa matéria formativa constitui-se de gêmulas.

Essa matéria formativa, contida no pólen de uma determinada espécie, pode unir-se com células parcialmente desenvolvidas da planta feminina, e modificam a célula nascente da mesma planta, ou seja, um pólen estrangeiro, ao fecundar uma planta, irá modificá-la e esse tecido modificado irá expelir gêmulas que produzirão plantas híbridas.

Este processo pode ser comparado com o que ocorre em uma fertilização comum, durante a qual o conteúdo do tubo polínifero penetra na abertura do saco embrionário que contém o óvulo e determina o desenvolvimento do embrião (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p.375).

Darwin esta aqui colocando duas coisas diferentes. Uma é o processo de fertilização comum, onde um pólen da espécie "A", contendo todas suas gêmulas, fertiliza um óvulo da mesma espécie que também contém gêmulas. As gêmulas de um unem-se às gêmulas do outro e vice-versa. No outro processo (que, segundo Darwin, é comparável ao primeiro) trata-se de cruzamentos entre espécies e parece que há uma etapa a mais no processo, onde gêmulas contidas no pólen da espécie "A", ao penetrar na espécie "B", modificam algumas células dessa planta; portanto, o pólen atua tanto no óvulo como no corpo da planta mãe. Darwin está aqui se referindo a fatos que já havia discutido, como o caso em que o cruzamento de dois tipos de ervilhas produz não apenas sementes modificadas (o que seria de se esperar, já que elas resultam de óvulos que se uniram ao pólen estrangeiro) mas também a vagem (originada a partir de tecidos da planta mãe, e não dos óvulos) pode ser alterada. Isso parecia indicar, para Darwin, que as "informações" ou influências contidas no pólen estrangeiro afetam não só os óvulos aos quais se unem, mas também se espalham (através das gêmulas) pelos tecidos vizinhos - o que explicaria essa alteração das vagens e outros fenômenos semelhantes que ele descreve:

De acordo com esse ponto de vista, as células da planta mãe são, literalmente, fertilizadas por gêmulas derivadas do pólen estrangeiro. Neste caso e em outros, as gêmulas próprias precisam combinar-se em devida ordem com células nascentes, de acordo com suas afinidades eletivas. (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 375).

De acordo com Darwin, os "elementos sexuais" (gametas) de um sexo não geram um novo ser sozinhos (sem união com outro gameta), porque não possuem a quantidade de gêmulas necessária para produzir o novo ser. De certa forma, essa suposição é semelhante à diferença atualmente aceita entre os gametas e as demais células do organismo, já que os gametas possuem a metade dos gens daquelas. No entanto, a suposição de Darwin é diferente em vários aspectos. Não existe, em primeiro lugar, uma noção quantitativa muito clara. Por isso, ele não vê grande dificuldade na partenogênese, pois o óvulo já conteria um grande número de gêmulas. Por outro lado, ele supõe que mesmo a união de um óvulo com um gameta masculino pode não resultar no número necessário de gêmulas. Baseia-se em fatos que havia apontado, de acordo com os quais a fertilização dos óvulos só proporcionaria bons resultados quando ela se dá por vários grãos de pólen ou por vários espermatozóides (caso contrário, haveria um desenvolvimento imperfeito do novo ser):

Temos boas razões para acreditar que são necessárias muitas gêmulas, pois de modo contrário não podemos entender a influência de um, dois ou mesmo três grãos de pólen ou espermatozóides (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 377).

Sobre a partenogênese (e ele está se referindo a casos de animais em que a partenogênese é eventual e não a regra), ele afirma:

Devemos acreditar, como mostrado antes, que várias gêmulas são exigidas para o desenvolvimento de cada células ou unidade. Mas pela ocorrência da partenogênese e mais especificamente pelos casos em que se formam apenas um embrião parcial, podemos inferir que o elemento feminino geralmente inclui um número quase suficiente de gêmulas para o desenvolvimento independente (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 381).

Pode-se detectar até aqui, alguns pontos obscuros, apontados pelo próprio Darwin, tais como:

- a) Em que período do desenvolvimento cada unidade expela gêmulas?
- b) As gêmulas são coletadas por algum meio específico? e como são dispersadas?
- c) Se os brotos não possuem gêmulas de todos os estágios de desenvolvimento, como se processa seu crescimento e diferenciação?
- d) As gêmulas estão livres e separadas, ou formam pequenos agregados?

Algumas destas perguntas Darwin admite não ter condição de responder e outras ele tenta elucidar; mas é interessante notar que todos esses pontos foram colocados pelo autor ao longo do trabalho, ou seja, ele não oculta a existência de problemas.

Quanto às gêmulas estarem separadas ou não, Darwin apresenta a seguinte análise:

Uma pena, por exemplo, é uma estrutura complexa, e como cada parte separada pode herdar variações, eu concluo que cada plumagem gera um grande número de gêmulas; mas é possível que elas possam estar agregadas em uma gêmula composta (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, 1875, p. 378).

Como as várias partes de uma pena estão associadas, é

natural imaginar que as gêmulas que transmitem as "informações" sobre cada parte da pena estejam agrupadas. É uma idéia semelhante à de genes agrupados no mesmo cromossomo (ou na mesma porção dele). Por outro lado, notá-se um aspecto estranho da concepção de Darwin: ele precisa supor que cada parte de uma pena emite gêmulas que podem ser depois agrupadas nos elementos sexuais e transmitidas aos descendentes. Como essas gêmulas se deslocariam da pena para os órgãos sexuais?

No caso de flores, Darwin indica que certas características de uma parte podem se manifestar em outro local e que, portanto, os caracteres não devem estar agrupados em gêmulas compostas (ou seja, algo semelhante ao fenômeno de segregação independentes de caracteres, mas aqui discutido sob outra forma: a manifestação conjunta ou não de caracteres em tecidos). Ele se refere à transformação de algumas anteras em pétalas, ou mesmo partes do cálice que assumem a cor e a textura da corola; sendo assim, "é provável que nas pétalas as gêmulas não se agreguem em um composto gemular, mas estejam separadas e livres" (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, 1875, p. 378).

4 COMPARAÇÃO ENTRE AS IDÉIAS DE SPENCER E DARWIN

Como já foi colocado neste trabalho, as idéias de Spencer parecem ter influenciado Darwin, que o cita em sua obra. Na primeira edição de *The variation of animals and plants under domestication*, de 1868, Darwin afirma: "Visões quase iguais [à do próprio Darwin] foram propostas, como descobri, por outros autores, mais especificamente por Herbert Spencer; mas elas são aqui modificadas e ampliadas" (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, 1868, v. 2, p. 374-5). Essa semelhança entre as duas idéias tem provocado algum equívoco entre os historiadores, no sentido de acharem que as unidades fisiológicas e as gêmulas se correspondem, bem como no sentido de atribuírem a Spangnese a Spencer: "Spencer inventou certas unidades fisiológicas que correspondem muito proximamente às gêmulas de Darwin... No

século 19 a pangênese foi descrita por Lorenz Oken (1847) e a Herbert Spencer (1864). (ZIRKLE, 1946, p. 145, 147).

Como veremos a seguir, realmente existem algumas semelhanças entre as idéias em questão, porém as diferenças são mais significativas e tais afirmações colocadas por Zirkle não poderiam ser feitas.

Vamos a seguir comparar os principais pontos de semelhança e diferença entre as propostas de Spencer e Darwin.

1) As unidades fisiológicas são unidades intermediárias entre células e unidades químicas, enquanto que as gêmulas são "infinitamente pequenas", portanto menores que as unidades fisiológicas. Darwin chega a chamá-las de átomos, na primeira edição da Variação.

2) As unidades fisiológicas são todas do mesmo tipo, caracterizando o organismo completo, diferindo muito pouco apenas entre machos e fêmeas, enquanto que as gêmulas são diferentes entre si, cada uma de um tipo, provindas de cada parte do corpo e de diferentes períodos da vida.

3) Cada unidade fisiológica contém informação da estrutura completa do organismo. Este por sua vez segue apenas um modelo para se arranjar na forma específica até alcançar o equilíbrio. Enquanto que cada gêmula contém informação apenas de uma parte do organismo da qual ela foi expelida, e também apenas de uma determinada época, portanto, o organismo segue vários modelos para se estruturar.

4) As unidades fisiológicas estão dentro de cada célula e só passam de uma para outra quando ocorre a divisão celular. Já as gêmulas podem passar de uma célula para outra através da parede celular e podem circular pelo organismo através dos fluidos.

5) As unidades fisiológicas parecidas entre si se agrupam, enquanto que as gêmulas complementares entre si é que se agrupam, para formar um conjunto contendo informações sobre todo o organismo.

6) As unidades fisiológicas explicam a herança de caracteres adquiridos, onde modificações adquiridas provocam alterações de funções que provocam uma mudança na estrutura do organismo como um todo. Essa alteração é transmitida pelo novo equilíbrio formado às unidades fisiológicas; porém, essas unidades não sofreram mudança de composição, ou seja, o "meio" não altera diretamente as unidades fisiológicas e elas não recebem informações químicas do restante do organismo.

As gêmulas também explicam a herança de caracteres adquiridos, onde uma modificação adquirida em uma das partes do organismo, faz com que essa parte emita gêmulas modificadas que irão se agrupar nos elementos sexuais e serão passadas às gerações futuras, que apresentarão tal modificação. Trata-se de uma influência material direta, com transporte de substância de cada parte do organismo aos gametas.

7) As gêmulas precisam de matéria formativa, pré-existente para se desenvolverem, enquanto que as unidades fisiológicas não precisam.

Embora haja tanta diferenças fundamentais, algumas semelhanças puderam ser observadas: tanto Spencer como Darwin querem explicar quase os mesmos fatos, ou seja: como se transmitem as características de modo geral, bem como aquelas adquiridas durante a vida e aquelas limitadas pelo sexo; ambos também tinham como centro de suas observações a regeneração de partes de um corpo em um indivíduo completo e tentam dar uma explicação para isso. Parece que as unidades fisiológicas explicam melhor a regeneração do que as gêmulas, pois uma parte qualquer do corpo vai conter unidades fisiológicas com informações sobre todo o corpo, enquanto que as gêmulas contidas em uma parte do corpo só conterão informações sobre determinadas partes e até aquele estágio de desenvolvimento.

Quanto ao atavismo, Spencer apenas aceita os fatos que demonstram tal fenômeno, porém não explica o mecanismo pelo qual as unidades fisiológicas devam agir para que isso ocorra. Já Darwin, ao considerar que existem gêmulas "dormentes", consegue explicar diretamente como caracteres de ancestrais remotos possam reaparecer na prole. Darwin tem uma noção de "prepotência" de caracteres

semelhante ao mesmo conceito de dominância; Spencer não tem nenhum conceito parecido a este.

A principal semelhança entre as duas teorias em questão parece ser o fato de que aquilo que é responsável pela transmissão de caracteres, está contido dentro de todas as células; é formado pelo organismo, portanto não está pré-estabelecido e fixo, podendo transmitir as características adquiridas. Darwin faz referência em seu livro *A variação a outras teorias semelhantes*, (como a idéia de moléculas orgânicas de Buffon, que são as responsáveis pela herança, porém provêm do alimento e não são produzidas no próprio organismo, mas sim moldadas nele; e a idéia de *emboitement* de Bonnet, onde germes pré formados, e portanto fixos, transmitem as informações necessárias à prole), mas a idéia de Spencer parece a que mais se aproxima da pangênese (DARWIN, *The variation of animal and plants under domestication*, 1868, v. 2, p 375).

É curioso assinalar que Darwin também não captou muito bem todos os aspectos da teoria de Spencer. Em uma nota de rodapé que só aparece na primeira edição de seu livro, Darwin afirma:

Por fim, o senhor Herbert Spencer (*Principles of Biology*, v.1, 1863-4, caps 4 e 8) discutiu de modo consideravelmente extenso aquilo que ele designa como unidades fisiológicas. Elas concordam com minhas gêmulas por se supor que se multiplicam e são transmitidas dos progenitores ao filho; supõe-se que os elementos sexuais servem meramente como seus veículos; são os agentes eficientes em todas as formas de reprodução e no reparo de danos; explicam a herança, mas não são trazidos para tratar da reversão ao atavismo, e isso é incompreensível para mim [e, até aqui, Darwin apresenta uma discussão correta de Spencer; mas ele continua] supõe-se que elas possuem polaridade, ou, como eu o chamo, afinidade; e aparentemente se acredita que elas são derivadas de cada parte separada de todo o corpo (DARWIN, *The variation*

of animals and plants under domestication, 1^a
ed. v. 2, p. 375, nota 29).

Ora, a "polaridade", para Spencer, não é um poder pelo qual as unidades fisiológicas se aglutinam entre si (ele dá o nome de segregação a essa propriedade). A polaridade é o poder pelo qual as unidades fisiológicas estruturam os tecidos para que se produza a forma de organismo. Além disso, as unidades fisiológicas não são produzidas pelas várias partes separadas do corpo, como já foi explicado.

Pode-se perguntar, em contrapartida, se Spencer compreendeu a hipótese da pangênese de Darwin. Como a primeira edição do livro de Spencer é anterior à de Darwin, é claro que lá nada se encontra a respeito. Na edição revista do *Principles of Biology* (capítulo 10 a), de 1898, Spencer se refere à hipótese de Darwin, mas não lhe dá muita importância - dedica a maior atenção ao trabalho de Weismann. Não iremos aqui discutir essa parte da obra de Spencer. Apenas indicaremos que, nessa edição posterior, Spencer indica que nem a hipótese de Darwin, nem a de Weismann, nem mesmo a sua própria teoria, podem dar conta de todos os fatos conhecidos.

5 COMPARAÇÃO ENTRE AS DUAS EDIÇÕES DO LIVRO THE VARIATION OF ANIMALS AND PLANTS UNDER DOMESTICATION.

Esta seção irá apresentar uma comparação entre as duas versões do capítulo XXVII da *Variation*: a versão da primeira edição (de 1868) e a da segunda edição (1875). O interesse dessa comparação consiste em procurar perceber como e por que Darwin altera alguns aspectos de sua exposição nesse intervalo de sete anos¹. O título desse capítulo é: "A hipótese provisória da pangênese".

Algumas das diferenças notadas, como se verá em seguida,

¹ Outras partes do livro de Darwin também sofreram pequenas alterações entre as duas edições, porém foi este capítulo que, segundo o próprio Darwin, sofreu maior reformulação.

consistem na inserção de novos fatos e evidências que permitem melhor fundamentar a hipótese da pangênese. Entre a publicação das duas edições, Darwin não cessou de buscar informações publicadas recentemente que fossem relevantes para seu trabalho.

Logo no início, quando Darwin apresenta o resumo do que será tratado, verifica-se que na segunda edição ele acrescentou mais dois subtítulos: "Recrescimento de partes amputadas", e "Enxertos híbridos".

No primeiro parágrafo do texto encontra-se a seguinte diferença: "Todos gostariam de explicar, mesmo de um modo imperfeito, ... como um híbrido pode ser produzido pela união do tecido celular de duas plantas independentemente dos órgãos de geração, ... como um mesmo organismo pode ser reproduzido por tão diferentes processos, como brotamento e geração seminal; e, por último, como de duas formas associadas, uma passa por complexas metamorfoses e outra não, embora quando maduras sejam semelhantes em todos os detalhes de estrutura." (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 349, 1875).

Por esse início, nota-se que Darwin irá tratar na segunda edição de enxertos, híbridos, regeneração e metamorfoses, que não tiveram um destaque especial na primeira edição. Como veremos mais adiante, são pontos importantes para corroborarem sua teoria. Fica claro, também, que a hipótese da pangênese não é apenas uma hipótese sobre hereditariedade, mas procura explicar de forma unificada um grande grupo de fenômenos biológicos básicos.

Na página 350 da segunda edição Darwin coloca em nota de rodapé (nota 1) as críticas feitas à pangênese da primeira edição, que são mais numerosas que os elogios². É interessante notar que este comportamento é muito raro entre os cientistas de qualquer época. De modo geral, Darwin acha que as críticas são muito úteis.

5.1 As formas de reprodução

Algumas das diferenças entre as duas edições não são muito importantes. Algumas são apenas de mudanças de termos, como o

² Uma das críticas aqui referida por Darwin é a de Galton, que será examinada em detalhe no próximo capítulo.

exemplo a seguir:

Darwin usa de modo equivalentes as palavras "reprodução" e "geração". Na primeira edição ele se refere a reprodução sexual e assexual, sendo que o que as distingue é a união de elementos sexuais, já na segunda edição ele usa o termo "geração" sexual e assexual com a mesma distinção entre ambas, como a seguir: "A união de dois elementos sexuais, parece a primeira vista, fazer uma grande distinção entre geração sexual e assexual." (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, p.352, 1875). Não parece ter havido um motivo claro para a alteração do termo, já que o próprio título da seção, "Geração sexual", é mantido idêntico nas duas edições.

Na seqüência, Darwin coloca uma observação que só aparece na segunda edição: "Mas a conjugação da alga, processo pelo qual o conteúdo de duas células se unem em uma simples massa capaz de desenvolvimento, nos dá o primeiro passo para a união sexual: e Pringsheim, em sua memória sobre pareamento de zoosporos [nota 7, 1870], mostra que a conjugação se gradua até a reprodução sexual verdadeira." (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p 352, 1875).

Este é um ponto mais importante. Como vimos, a hipótese da pangênese de Darwin procura explicar de forma unificada tanto o processo de reprodução sexual como outros processos diferentes. Para que tal explicação unificada se torne válida, é preciso mostrar que não há uma diferença fundamental entre todos esses processos. Este trecho adiciona um novo fato (a referência é a um artigo publicado após a primeira edição da *Variação*) que procura mostrar que a reprodução sexual e a assexual são extremos de um mesmo contínuo.

Acerca ainda da união de elementos sexuais pode-se observar algumas diferenças entre as edições:

Entretanto, os casos agora bem estabelecidos de partenogênese provam que a distinção entre geração sexual e assexual não é tão grande como anteriormente se pensava; pois ovos [ova] ocasionalmente, e mesmo em alguns

casos freqüentemente, se tornam desenvolvidos em seres perfeitos, sem a contribuição do macho. Com a maioria dos animais inferiores e mesmo com mamíferos, o ovo [ova] mostra um traço de poder partenogenético, pois sem ser fertilizado ele passa pelos primeiros estágios de segmentação [nota 8 referente a Bischoff, 1871; portanto, não poderia ter na primeira edição; e Quatrefages, 1850 que corresponde à nota 6 da primeira edição]. Um pseudovo que necessita de fertilização não pode ser distinguido de um ovo verdadeiro, como primeiramente foi mostrado pelo senhor J. Lubbock, e é agora admitido por Siebold. Além disso, as bolas germinativas na larva de *Cecidomyia* são formados dentro do ovário, como diz Leuckart [nota 9, que corresponde à nota 5 da primeira edição], mas elas não precisam ser fertilizadas. Deveria também ser observado que na geração sexual, os óvulos [ovule] e os elementos masculinos têm igual poder de transmissão de cada característica possuída por um dos pais para sua prole (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 352-353, 1875).

O trecho correspondente, na primeira edição, é o seguinte:

Mas os casos bem conhecidos de partenogênese provam que a distinção não é realmente tão grande como parece; pois óvulos [ovules] ocasionalmente, e até freqüentemente em alguns casos, se tornam desenvolvidos em seres perfeitos, sem a contribuição do elemento masculino. J. Müller e outros admitem que óvulos e brotos têm a mesma natureza essencial. Certos corpos, que durante seus primeiros estágios de

desenvolvimento não podem ser distinguidos de verdadeiros óvulos [ovules] por nenhuma característica externa precisam apesar disso ser classificados como brotos, pois embora formados dentro de um ovário eles são incapazes de fertilização. Este é o caso de bolas germinativas de larvas de Cecidomyide, como descritas por Leuckart [nota 5]. Óvulos [ovules] e o elemento masculino, antes de se tornarem unidos, têm como os brotos uma existência independente [nota 6]. Ambos têm o poder de transmitir cada característica possuída pela forma dos pais (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 360, 1868).

Nota-se que Darwin utiliza diferentes terminologias para uma mesma coisa, por exemplo ova e ovule; e o que na primeira edição ele chamava de "certos corpos" que não podem ser distinguidos de óvulos verdadeiros, na segunda edição ele denomina "pseudovo". Talvez isso se deva aos novos autores que ele está introduzindo, pois eles podem estar usando essa terminologia em seus artigos, e então Darwin pode ter achado melhor mudar de ovule para ova. A observação da nota 8, mostra que mesmo ovos verdadeiros passam por segmentações sem terem sido fertilizados, portanto fica difícil distinguir os pseudo ovos de ovos verdadeiros, afirmação esta que já havia sido feita, mas que não tinha outra afirmação que a corroborasse. Outro aspecto interessante é o fato de Darwin excluir da segunda edição o nome de J. Müller e sua citação. Isso quer dizer que entre as duas edições Darwin passou a considerar que tal referência não fortalecia sua própria posição. O motivo poderia ser que, quando comparados com os fatos colocados na nota 8, a indicação de uma mera opinião de Müller e outros seja irrelevante e redundante.

Darwin exclui da segunda edição o seguinte trecho: "Nós veremos a seguir que é provável que elementos sexuais ou possivelmente somente os elementos femininos incluam certas

células primordiais, ou seja, que não tenham sofrido nenhuma diferenciação e que não estão presentes em um estado ativo nos brotos" (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 364, 1868). Como veremos mais adiante, Darwin acrescentará na segunda edição, de forma enfática, que os brotos possuem matéria formativa que pode se combinar com tecidos de outras variedades dando um híbrido. Portanto, se considerarmos essas células primordiais como sendo a matéria formativa, Darwin estaria se contradizendo se mantivesse o trecho acima citado, pois nele ele afirma que provavelmente somente os elementos sexuais femininos incluam tal matéria, excluindo, portanto, os brotos. Aqui se nota, portanto, uma alteração de um aspecto das convicções de Darwin.

5.2 A necessidade de maior quantidade de material gerativo para uma perfeita reprodução

Acerca da importância do elemento sexual masculino quanto à quantidade requerida para uma boa fertilização, Darwin acrescenta na segunda edição mais dados que confirmam sua suspeita:

O mesmo princípio de quantidade parece se encontrar mesmo em reprodução artificial por fissipartição, pois Haeckel encontrou que cortando-se o ovo segmentado ou fertilizado a larva de Siphonophorae em pedaços, o menor dos pedaços era o que demorava mais a se desenvolver e as larvas assim produzidas eram mais imperfeitas (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 357, 1875).

Esta nova referência é de 1869, portanto, posterior à primeira edição.

Este suposto fato reforça a visão de Darwin, pois parece mostrar que, ao se fragmentar a larva, cada pedaço resultante, quando muito pequeno, pode não conter todo o material formativo necessário para reconstituir a larva. O fato indicaria, ao mesmo

tempo, que esse material formativo pode ser dividido quando se fragmenta a larva e que nessa divisão pode-se obter às vezes uma coleção incompleta de gêmulas capazes de reproduzir a larva.

Ainda quanto à importância do elemento sexual masculino, Darwin coloca na segunda edição na nota de rodapé número 16, que corresponde à de número 11 na primeira edição, o fato que teria sido observado de que ovos que podem produzir larvas por partenogênese, quando são impregnados pelo elemento sexual masculino, produzem larvas em maior número e mais vigorosas. Isso parece indicar que o elemento sexual masculino tem um papel apenas quantitativo na reprodução.

5.3 Regeneração de partes amputadas

Na segunda edição, Darwin acrescenta uma seção inteira, com cerca de duas páginas, sobre o recrescimento de partes amputadas. Ele descreve várias observações que tinham sido publicadas por diferentes autores após a primeira edição da *Variação*. Os fatos por ele arrolados indicam que o poder de regeneração é maior em seres inferiores e durante as primeiras fases de vida, embora com algumas exceções. Indica também que o poder de recrescimento em alguns animais deve estar difundido por todo o corpo, mas que em outros essa capacidade é localizada e serve basicamente para substituir membros que mais freqüentemente são perdidos.

O estudo da regeneração é de grande importância no trabalho de Darwin, por mostrar que a mesma causa que produz a formação do novo ser, a reprodução, continua a agir (pelo menos em alguns animais) para regenerar partes perdidas, de um modo novo e localizado em partes que nada têm a ver com os órgãos reprodutores, mostrando assim que a causa formativa que produziu o embrião se reproduziu e espalhou pelo corpo ou por algumas de suas partes.

5.4 Híbridos por enxertos

Acerca do item "híbridos por enxerto", pode-se observar algumas diferenças quanto aos textos abaixo:

Primeira edição

Quando discutimos no capítulo 11 o curioso

caso do *Cytissus adami*, os fatos dados levaram-nos a um certo grau de probabilidade, de acordo com a crença de alguns botânicos distintos, que quando os tecidos de duas plantas, pertencentes a espécies ou variedades distintas são unidas intimamente, são depois produzidos brotos que, como híbridos, combinam os caracteres das duas formas que foram unidas. É certo que quando árvores com folhas variegadas estão enxertadas em uma base comum, a última muitas vezes produz brotos com folhas variegadas; mas isto pode ser visto, talvez, como um caso de doença inoculada. Se fosse provado que podem ser formados brotos hibridizados pela união de dois tecidos vegetativos distintos, a identidade essencial entre reprodução sexual e assexual seria mostrada da maneira mais interessante; pois o poder de combinar na prole as características de ambos progenitores é a mais notável de todas as funções da geração sexual (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, pp. 364-65, 1868).

Segunda edição

É bem conhecido de inúmeras tentativas feitas por todas as partes do mundo, que brotos podem ser inseridos em um tronco, e que as plantas assim originadas não são mais afetadas do que o que pode ser explicado por uma nutrição alterada. As sementes originadas de tais enxertos também não possuem as características do tronco, embora elas sejam mais tendentes a variar do que são as mudas da mesma variedade que crescem em suas raízes. Um broto, também pode se transmutar em uma variedade nova e fortemente marcada sem que nenhum outro broto da mesma planta seja afetado no menor grau. Nós

podemos portanto inferir, de acordo com o ponto de vista comum, que cada broto é um indivíduo distinto e que seus elementos formativos não se difundem além das partes subsequentelemente desenvolvidas dele. No entanto, nós vimos no resumo sobre enxertos híbridos, no capítulo 11, que brotos certamente incluem matéria formativa, a qual pode ocasionalmente se combinar com a contida nos tecidos de uma variedade ou espécie distinta; forma-se assim uma planta intermediária entre duas formas parentais. No caso da batata nós vimos que os tubérculos produzidos do broto de um tipo inserido em outro são intermediários em cor, tamanho, forma e estado da superfície; que os ramos, folhagem, e mesmo certas peculiaridades constitucionais, tais como precocidade, são igualmente intermediárias. Com esses casos bem estabelecidos, a evidência de que enxertos híbridos também foram produzidos com o laburno, a laranja, a videira, a rosa, etc., parece suficiente. Mas nós não conhecemos sob quais condições é possível essa forma rara de reprodução. Desses casos nós aprendemos o importante fato que elementos formativos capazes de se misturarem com outros de um indivíduos distinto (e isto é a característica principal da geração sexual) não estão confinados a órgãos reprodutivos, mas estão presentes nos brotos e tecidos celulares de plantas; e isto é um fato da mais alta importância fisiológica. (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, pp. 358-359, 1875).

Da comparação desses dois textos acima podemos fazer os seguintes comentários:

Na primeira edição: a) A reprodução por enxerto algumas vezes

reproduz mudas que são parecidas ao tronco que recebem o broto; mas isso poderia ser semelhante ao contágio por uma doença inoculada; b) Seria de grande importância se fosse provado que brotos hibridizados podem ser formados da união de dois tecidos diferentes. Darwin ainda está inseguro, portanto, na primeira edição e desejoso por evidências mais seguras. Estas surgem entre as duas edições. O exemplo principal é o da batata, que lhe parece bem documentado, e que é discutido na segunda edição.

Na segunda edição, Darwin expõe inicialmente: a) A reprodução por enxerto normalmente reproduz mudas parecidas com os brotos que foram enxertados e não com o tronco que recebeu o enxerto; b) O broto pode apresentar uma variedade nova, sendo isto uma distinção individual, e seus elementos formativos parecem não ter o poder de difusão além dele próprio; c) Porém, a partir de certas evidências (batata, etc.) considera-se que os brotos possuem matéria formativa que pode combinar-se com a incluída nos tecidos de uma variedade distinta, produzindo assim uma planta intermediária. Darwin, afirma não conhecer as condições desse tipo de reprodução, ou seja, quando pode surgir uma hibridização por enxerto e quando as características não se misturam; d) Os elementos formativos não estão confinados em nenhum órgão, mas presentes nos tecidos, inclusive nos brotos. Essa conclusão final estabelece uma importante identificação entre duas formas de reprodução (sexual e assexual) que pareciam totalmente distintas.

Está claro, portanto, que na segunda edição Darwin já consegue fundamentar a presumida existência de brotos hibridizados por enxerto e pode por isso procurar explicar o fenômeno através de um mecanismo envolvendo as gêmulas.

A pangênese acata a idéia de que a matéria formativa não se encontra confinada, mas sim difundida, idéia reforçada na segunda edição. A formação de enxertos híbridos é importante para a fundamentação da hipótese e na segunda edição está melhor justificada.

5.5 A influência do elemento masculino nos tecidos femininos

Quanto à ação direta do elemento masculino na fêmea, Darwin descreve inicialmente os casos em que o pólen parece afetar não

apenas o óvulo mas também os tecidos circunvizinhos da planta mãe. Ao expor esse ponto, existem algumas diferenças significativas entre as duas edições, que estão relacionadas às idéias de elementos formativos em diferentes tecidos, como se segue nos trechos abaixo:

Primeira edição

Nós estamos assim a meio caminho de um enxerto híbrido, no qual acredita-se que o tecido celular de uma forma, em vez de seus pólens, é o que hibridiza o tecido de outra forma distinta. Eu anteriormente assinalei as razões para rejeitar a crença de que a planta mãe é afetada pela intervenção do embrião hibridizado; mas mesmo se esta visão fosse admitida, o caso se tornaria de hibridização por enxerto, pois o embrião fertilizado e a planta devem ser considerados como indivíduos distintos (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2. p. 365, 1868).

Segunda edição

Nós estamos assim a meio caminho de um enxerto híbrido, no qual os elementos formativos incluídos dentro dos tecidos de um indivíduo se combinam com os incluídos nos tecidos de uma variedade ou espécie distinta, dando origem assim a uma forma nova e intermediária, independentemente dos órgãos sexuais masculino e feminino (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, pp. 358-59, 1875).

Parece que na segunda edição Darwin tem menos dúvidas e deixa mais clara a idéia de que existem processos diferentes quanto à formação de influências do elemento masculino no feminino: a) o primeiro processo seria pela reprodução sexual (porém não está

explícito no texto acima); b) pode ocorrer também uma hibridização por enxertos, onde a planta enxertada produz características variadas; e um outro processo, onde c) os elementos formativos de um indivíduo podem combinar-se com os elementos formativos incluídos nos tecidos de uma variedade distinta. Este último processo só é colocado de modo explícito na segunda edição, como podemos verificar no texto citado acima. Na seqüência Darwin dará exemplos de como o elemento formativo do macho pode, então afetar diretamente a fêmea, sem necessariamente estar envolvendo os órgãos reprodutores.

5.6 As partes do corpo como unidades independentes

Quanto ao item "Independência funcional dos elementos e unidades do corpo", na segunda edição Darwin apenas acrescenta fatos que foram publicados posteriormente à primeira edição (nota 39 da segunda edição que corresponde a nota 24 da primeira, porém ampliada) como a seguir: "O senhor Lawson Tait refere-se a um tumor [no ovário de uma mulher] no qual foram encontrados cerca de 300 dentes, assemelhando-se a dentes de leite; e outro tumor 'cheio de cabelos que tinham crescido e que tinham sido lançados por um pequeno ponto da pele, e que não era maior que a ponta do meu dedo mínimo'..." (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p 366, 1875). Se podem surgir dentes dentro de um tumor uterino, isso parece mostrar que existem elementos responsáveis pela produção dos dentes que são independentes dos elementos formativos das outras partes do corpo. Isso está de acordo com a hipótese das gêmulas independentes.

Na mesma seção, Darwin discute a teoria celular (ainda não estabelecida totalmente em sua época e a alternativa apontada por alguns autores de que as células e tecidos podem se formar independentemente de células preexistentes. Acerca deste último item, temos as seguintes diferenças:

Primeira edição

...Como eu não sou especialista em histologia, seria pretensão de minha parte exprimir uma opinião sobre essas duas doutrinas

opostas. Mas cada uma delas parece admitir que o corpo consiste em uma multidão de 'unidades orgânicas' [nota 28], cada uma das quais possui seus próprios atributos, e são de certo modo independentes umas das outras. Por isso será conveniente usar indiferentemente os termos células ou unidades orgânicas ou simplesmente unidades (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 370, 1868).

Segunda edição

Seja qual for o ponto de vista que possa estar correto, cada um admite que o corpo consiste em uma multidão de unidades orgânicas, todas possuindo seus próprios atributos, e são de certo modo independentes umas das outras. Por isso será conveniente usar indiferentemente os termos células ou unidades orgânicas, ou simplesmente unidades (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, pp. 366-7, 1875).

Na segunda edição Darwin retira a nota 28 que diz o seguinte: "Este termo é usado pelo doutor E. Montgomery (*On the formation of so-called cells in animal bodies*, 1867, p. 42), que nega que as células sejam derivadas umas das outras por um processo de crescimento, mas acredita que elas se originam por meio de mudanças químicas" (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v.2, p. 370, 1868). Podemos conjecturar a partir daí que, na época da segunda edição, Darwin havia se atualizado sobre a divisão celular, tema ainda muito controverso na época, preferindo não mais citar um opositor da teoria celular (Montgomery) como autoridade relevante. Mesmo assim, ele prefere não se comprometer totalmente com uma ou outra visão.

5.7 Herança e sexo

Acerca do item "Variabilidade e herança", podemos observar as seguintes diferenças:

Primeira edição

A reprodução sexual não difere essencialmente, como nós vimos, do brotamento ou da auto divisão, e esses processos se graduaem através do reparo de danos no desenvolvimento e crescimento ordinário; poder-se-ia portanto esperar que cada caracter seria regularmente transmitido por todos os métodos de reprodução como pelo crescimento contínuo (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 372, 1868).

Na segunda edição Darwin exclui esta parte, por já ter explorado a mesma idéia em itens anteriores, porém existem ainda algumas diferenças importantes:

Primeira edição

...Merece especial atenção o fato de que caracteres que aparecem em determinada idade tendem a reaparecer na idade correspondente (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 372, 1868).

Segunda edição

A herança é governada por várias leis. Caracteres que aparecem primeiro em uma idade particular tendem a reaparecer em idade correspondente. Eles freqüentemente se tornam associados a certas estações do ano e reaparecem na prole na estação correspondente. Se eles aparecem mais cedo na vida em um sexo, eles tendem a reaparecer exclusivamente no mesmo sexo no mesmo período de vida (DARWIN, *The variation*

of animals and plants under domestication, v. 2,
p. 369, 1875).

Parece que na segunda edição Darwin está mais seguro da herança corresponder a determinadas épocas e da relação com o sexo. Esse último aspecto era essencial para o estudo da teoria da evolução de características sexuais secundárias, que Darwin estudou na sua obra *The descent of man and selection in relation to sex*, publicada entre as duas edições da *Variação*. Mais adiante ele dará os fatos que confirmam isto e que são um importante item para sua teoria.

5.8 A comparação da pangênese com outras teorias

Na primeira parte do capítulo 27, Darwin apresentou resumidamente os fenômenos que pretendia explicar pela pangênese. Na segunda parte, ele expõe a própria hipótese da pangênese.

No começo da segunda parte ele apresenta de forma resumida a sua hipótese, e no final do parágrafo Darwin coloca uma nota de rodapé, que descreve idéias semelhantes à sua. Porém as notas diferem um pouco, pois na segunda edição ele acrescenta publicações posteriores à primeira edição. Além disso, antes de introduzir a nota, Darwin diz o seguinte:

Primeira edição

"Foram propostas visões semelhantes por outros autores, especialmente por Herbert Spencer [nota 29], mas elas serão aqui modificadas e ampliadas".

Segunda edição

"Muitas visões similares foram propostas por vários autores [nota 42]."

Talvez Darwin tenha retirado a frase que contém as palavras "modificadas e ampliadas" por notar que sua hipótese e as demais que ele coloca são totalmente diferentes, tendo em comum (em alguns casos) apenas a idéia de que o corpo expõe apenas algumas pequenas

partículas, porém são tratadas de maneira diferente em relação a herança. Por exemplo, na nota da primeira edição ele coloca o seguinte: "Mas as gêmulas diferem das unidades fisiológicas do senhor Spencer, uma vez que um certo número ou massa delas é exigido para o desenvolvimento de cada célula ou parte. Apesar disso eu deveria concluir que as idéias do senhor Spencer eram fundamentalmente as mesmas que as minhas..." (nota 29 da primeira edição). Já na segunda edição ele coloca da seguinte maneira: "Eu anteriormente pensava que as unidades fisiológicas de Herbert Spencer (*Principles of Biology*, vol. i, capítulos iv e viii, 1863-4) fossem iguais às minhas gêmulas, mas agora eu sei que este não é o caso." (nota 42, segunda edição). Como já vimos, as idéias de Spencer eram bastante diferentes da hipótese da pangênese e é difícil entender como Darwin foi capaz de confundir as duas coisas.

5.9 A reconstituição e os brotos

Na continuidade verifica-se que Darwin retira da segunda edição o seguinte trecho:

Agora, quando, por exemplo, a perna de uma salamandra é cortada, uma pequena crosta se forma sobre a ferida, e debaixo desta crosta as células ou unidades não danificadas do esqueleto, músculo, nervos, etc., estão supostamente se unindo com gêmulas difundidas por aquelas células que, na perna perfeita, vinham logo a seguir; e essas, à medida que se tornam ligeiramente desenvolvidas se unem com outras, e assim por diante, até que se forme uma papila de tecido celular macio, um "brotinho de perna", e depois uma perna perfeita [nota 30] (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 376, 1868).

Talvez Darwin tenha retirado este trecho da segunda edição porque ele aborda este assunto de recrescimento de membros em um tópico específico para isso, como já foi colocado anteriormente.

portanto ficaria redundante colocá-lo novamente. Mas pode ser, também, que ele tenha ficado insatisfeito com os detalhes do processo de regeneração aqui discutidos e por isso tenha preferido não se comprometer mais com os mesmos.

5.10 A reprodução das gêmulas

Observemos a seguir as diferenças entre os seguintes trechos:

Primeira edição

...Há alguma analogia entre esta visão e o que nós vemos nos animais compostos e nos brotos de flores na mesma árvore; pois são indivíduos distintos capazes de verdadeira reprodução seminal, e no entanto possuem partes em comum e dependem uns dos outros; assim a árvore tem sua casca e seu tronco, e certos corais como a *Virgularia*, têm não somente partes, mas movimento em comum.

A existência de gêmulas livres é uma suposição gratuita, no entanto é difícil considerá-la muito improvável, visto que as células têm o poder de multiplicação através da auto divisão de seus conteúdos. Gêmulas diferem de verdadeiros óvulos ou brotos porque são supostas capazes de se multiplicarem em seu estado não desenvolvido. Ninguém achará esta capacidade improvável. Sabe-se que o blastema dentro do ovo pode se dividir e dar a luz a dois embriões; e Thuret [nota 31] viu o zoosporo de uma alga dividir-se, e ambas metades germinaram. Um átomo de matéria da varíola, tão pequeno que pode ser transportado pelo vento, deve se multiplicar muitas milhares de vezes em uma pessoa assim que inoculada [nota 32] (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 377-8, 1868).

Na primeira edição havia uma idéia de que pequenas partículas podem ser liberadas de qualquer parte e podem se reproduzir. Esta idéia torna-se mais elaborada na segunda edição, como pode ser visto no trecho a seguir, que corresponde ao trecho acima colocado:

Segunda edição

E esta afirmação não pode ser considerada como gratuita e improvável. É claro que os elementos sexuais e brotos incluem matéria formativa de algum tipo, capaz de desenvolvimento; e nós sabemos agora, pela produção de híbridos por enxertos, que uma matéria similar é dispersada por todos os tecidos das plantas, e pode se combinar com a de outra planta distinta, dando origem a um novo ser, com características intermediárias. Nós sabemos também que o elemento masculino pode agir diretamente sobre tecidos parcialmente desenvolvidos da planta mãe e sobre a futura progênie de animais femininos. A matéria formativa que é assim dispersada por todo os tecidos da planta, e que é capaz de se desenvolver em cada unidade ou parte, deve ser gerada aí por algum meio; e minha suposição principal é que esta matéria consiste de minúsculas partículas ou gêmulas que são expelidas de cada unidade ou célula [nota 43, 1870] .

Mas, além disso eu tenho que assumir que as gêmulas em seus estados não desenvolvidos são capazes de se multiplicarem por auto divisão, como organismos independentes. Delpino³ insiste que 'é repugnante a toda analogia a multiplicação por cissiparidade de corpúsculos análogos a sementes or brotos'. Mas isso parece

³ Um dos críticos de Darwin, após a primeira edição.

uma objeção estranha, pois Thuret viu o zoosporo de uma alga dividir-se, e cada metade germinou. Haeckel dividiu o ovo [ovum] segmentado de uma siphonophora em muitos pedaços, e estes se desenvolveram. E o tamanho diminuto das gêmulas, que não podem diferir muito em natureza dos organismos mais simples e inferiores, também não torna improvável que elas devam crescer e multiplicar-se. Uma grande autoridade, doutor Beale [nota 45] diz que 'as pequenas células de levedura são capazes de expelir brotos ou gêmulas, com muito menos de 1/100000 de polegada de diâmetro'; e ele pensa que estas são 'capazes de subdivisão praticamente ad infinitum' (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 371-2, 1875).

Nota-se que a crítica de Delpino obrigou Darwin a aumentar os argumentos a respeito da possibilidade de auto-divisão das gêmulas. Mas não se pode deixar de ver que essa era uma dificuldade real. Se as gêmulas são apenas corpúsculos químicos, como podem se reproduzir? Neste trecho, Darwin esclarece que considera as gêmulas como semelhantes aos animais inferiores, mas isso é absurdo, pois os próprios animais inferiores possuem gêmulas que explicam a sua reprodução.

5.11 O tamanho das gêmulas

Ainda acerca do pequeno tamanho das gêmulas, já que um grande número deve estar contido dentro de um único espermatozóide, podemos notar que Darwin fez algumas modificações no texto, como a seguir:

Primeira edição

Mais adiante eu retornarei a esta objeção, que primeiro aparece tão formidável; mas deve-se notar aqui que se descobriu que um bacalhau pode produzir 4.872.000 ovos, um simples *Ascaris*

cerca de 61.000.000 ovos, e uma simples Orquidácea provavelmente outros tantos milhões de sementes [nota 34 que é igual à nota 48 da segunda edição]. Nestes vários casos os espermatozóides e grãos de pólen precisam existir em números ainda mais consideráveis. Agora, se nós temos que tratar com números como estes, que o intelecto humano não pode captar, não há boa razão para rejeitar nossa presente hipótese por assumir a existência de gêmulas celulares algumas milhares de vezes mais numerosas (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, pp. 378-9, 1868).

Este trecho foi retirado da segunda edição e colocado de forma diferente; a primeira parte está em nota de rodapé (número 48) com dados mais recentes acrescentados; no mais, o texto correspondente na segunda edição é o seguinte:

Segunda edição

...Mas considerando quão diminutas são as moléculas, e como muitas vão formar o menor grão de qualquer substância ordinária, esta dificuldade com respeito às gêmulas não é insuperável. A partir de dados a que chegou Sir W. Thomson, meu filho George⁴ encontrou que um cubo de 1/10.000 de uma polegada de vidro ou água deve conter entre 16 milhões de milhões e 131 milhares de milhões de milhões de moléculas⁵. Ninguém duvida que as moléculas de que um organismo já formado são maiores, já que

⁴ George Darwin se tornou um eminente astrônomo, posteriormente.

⁵ Na época em que Darwin escreve começam a ser feitas as primeiras estimativas sobre o tamanho dos átomos e moléculas; antes disso, tudo era apenas especulação.

são mais complexas, do que as de uma substância inorgânicas, e provavelmente muitas moléculas participam da formação de uma gêmula; mas quando nós temos em mente que um cubo de 1/10.000 de polegada é muito menor que qualquer grão de pólen, óvulo ou broto, nós podemos ver que um desses corpos poderia conter um vasto número de gêmulas (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p.374-5, 1875).

Podemos observar que na segunda edição o autor coloca alguns dados da primeira edição em nota de rodapé, talvez por tentar chamar a atenção para a idéia de que coisas pequenas possam existir em um número muito grande como as gêmulas. Na segunda edição Darwin trabalha melhor esta idéia de tamanho e número, mostrando-se a par dos avanços de sua época quanto ao conhecimento do tamanho de átomos e moléculas.

5.12 A formação de monstros

Como vimos em um capítulo anterior, a discussão sobre a formação de "monstros" era considerada fundamental nas teorias sobre geração e herança. Darwin também faz uma pequena discussão sobre esse assunto. Mas, na continuidade do texto encontramos um trecho que só se encontra na primeira edição:

A afinidade de várias partes do corpo uma pela outra durante o início do seu desenvolvimento foi mostrada no último capítulo, quando discutimos a tendência de fusão das partes homólogas. Esta afinidade é exibida na fusão normal do órgãos que estão separados nos estágios embrionários iniciais, e ainda mais claramente naqueles maravilhosos casos de monstros duplos nos quais cada osso, músculo, vaso, e nervo em um embrião, se funde com a parte correspondente no outro. A afinidade entre órgãos homologos pode atuar com partes isoladas,

ou com o indivíduo inteiro, como no caso de flores ou frutas que se unem simetricamente com todas suas partes duplas, mas sem qualquer outro traço de fusão (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, pp. 378-9, 1868).

Este parece um trecho importante, pois mostra uma evidência a favor da concepção de que as partes homólogas se atraem - e isso é importante para explicar a formação de um ser inteiro e bem estruturado, a partir das contribuições de gêmulas independentes. Mas Darwin retira esse trecho na segunda edição. Por qual motivo? Talvez porque isso trouxesse mais problemas do que soluções à sua hipótese. Por qual motivo os "monstros" não são mais freqüentes do que o são? A hipótese da pangênese, do modo como foi formulada, levaria a esperar que esse tipo de fenômeno fosse muito mais comum, já que há uma multiplicidade de gêmulas para a formação de cada parte de um mesmo animal e essas partes poderiam se formar e agrupar em qualquer número.

5.13 Como as gêmulas se desenvolvem

As gêmulas, segundo a hipótese da pangênese, precisam se unir a "células nascentes" para se desenvolverem. Em relação a essa idéia, vamos comparar os seguintes trechos: páginas 381 a 383 e 388 da primeira edição com páginas 375 a 378 da segunda edição, separando os trechos por parágrafos comparados:

Primeira edição

§ 1: Foi assumido que o desenvolvimento de cada gêmula depende de sua união com outra célula ou unidade que acaba de começar seu desenvolvimento, e a qual é de uma natureza de alguma forma diferente, pois a precede na ordem de crescimento. Não é muito improvável assumir que o desenvolvimento de uma gêmula é determinado pela sua união com uma célula de natureza ligeiramente diferente, pois o capítulo

dezessete fornece abundante evidência de que um leve grau de diferenciação nos elementos sexuais masculinos e femininos favorece de uma maneira forte sua união e subsequente desenvolvimento. Mas o que determina o desenvolvimento das gêmulas da célula primordial ou que se forma primeiro no óvulo não impregnado, está além de toda conjectura (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 381, 1868).

Segunda edição

§ 1: Foi assumido que o desenvolvimento de cada gêmula depende de sua união com outra célula ou unidade que acaba de começar seu desenvolvimento, e a qual é de uma natureza de alguma forma diferente, pois a precede na ordem de crescimento. A matéria formativa dentro do pólen de plantas, que pela nossa hipótese consiste de gêmulas, pode unir-se com células modificadas e parcialmente desenvolvidas da planta mãe; nós vimos isto em uma seção devotada a este assunto. Como os tecidos da planta são formados, que eu saiba, somente pela proliferação de células pré-existentes, nós precisamos concluir que as gêmulas derivadas de pólen estrangeiro não se tornam desenvolvidas em células novas e separadas, mas penetram e modificam as células nascentes da planta mãe. Este processo pode ser comparado com o que ocorre numa fertilização comum durante a qual o conteúdo do tubo polínico penetra no saco embrionário dentro do óvulo, e determina o desenvolvimento do embrião. De acordo com esta visão, as células da mãe, literalmente falando, são fertilizadas pelas gêmulas derivadas do pólen estrangeiro. Neste caso e em todos outros

as próprias gêmulas precisam combinar-se em devida ordem com células nascentes pré-existentes, devido a suas afinidades eletivas. Uma pequena diferença na natureza entre as gêmulas e as células nascentes não iria interferir com sua união mútua e com o desenvolvimento, pois nós bem conhecemos no caso da reprodução comum que tal leve diferença nos elementos sexuais favorece de um modo forte suas uniões e subsequente desenvolvimento, bem como o vigor da prole assim produzida (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, pp. 375-6, 1875).

Este trecho é colocado de forma um pouco diferente na página 388 da primeira edição, como veremos a seguir: "Como, durante todos os estágios de desenvolvimento, os tecidos das plantas consistem de células, e como não se sabe que novas células sejam formadas entre ou independentemente de células pré-existentes, nós precisamos concluir que as gêmulas derivadas do pólen estrangeiro não se desenvolvem meramente pelo contato com células pré-existentes, mas realmente penetram nas células nascentes da planta mãe. Este processo pode ser comparado com o ato comum de fertilização, durante o qual o conteúdo do tubo polínico penetra no saco embrionário dentro do óvulo, e determina o desenvolvimento do embrião. De acordo com esta idéia, pode-se dizer que as células da planta mãe são literalmente fertilizadas pelas gêmulas derivadas do pólen estrangeiro. Com todos os organismos, como nós veremos, pode-se dizer que as células ou unidades orgânicas do embrião durante sucessivos estágios de desenvolvimento, são fertilizadas por gêmulas, as quais vêm em seguida na ordem de formação" (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, v. 2, p. 388, 1868).

Darwin está neste parágrafo se referindo principalmente ao desenvolvimento das gêmulas, que ele afirma, em ambas edições, depender da união com outra célula ou unidade que venha na ordem precedente. Na primeira edição ele afirma que esta célula

precedente é de natureza diferente, e que a importância dessa diferença foi discutida no capítulo 17. Na segunda edição ele não afirma que esta célula precedente é de natureza diferente, mas coloca no final do parágrafo que essa diferença entre os elementos de união interfere no desenvolvimento e no vigor, tanto da nova gêmula como na prole como um todo. Aqui Darwin está reafirmando a importância de uniões de variedades diferentes, idéia esta que parecer ter ficado mais estabelecida na segunda edição.

A idéia colocada no meio do parágrafo da segunda edição, encontra sua correspondência no trecho da página 388 da primeira edição citado acima. Em ambos a idéia central é que as gêmulas do pólen estrangeiro podem se unir com células modificadas da planta mãe, porém na primeira edição ele não sabe se as novas células se formam independentemente das células pré-existentes, já na segunda edição ele afirma que todos os tecidos são formados somente pela proliferação de células pré-existentes. Essa última afirmação pode dever-se ao fato que entre as publicações das duas edições ocorreram esclarecimentos sobre a divisão celular, pois sabe-se que nesta época a questão ainda era confusa e incerta. Esse detalhe, porém, não interfere em sua conclusão que é a mesma nas duas edições, ou seja, que as gêmulas do pólen estrangeiro realmente penetram na planta mãe. Mas acrescenta que em todos os casos, então, as gêmulas precisam combinar-se com células pré-existentes dentro de suas afinidades eletivas. Isso mostra que a idéia de que as células se formam de células pré-existentes se encaixa na hipótese de Darwin, e esclarece o que na primeira edição ele coloca como uma conjectura (final do parágrafo 1). É de se estranhar o fato de Darwin não citar nenhuma autoridade que corroborasse esta última idéia, ao contrário do que sempre costuma fazer. Parece que Darwin não se sentia à vontade com as questões referentes ao estudo da célula.

6 RESUMO

A hipótese de Darwin consiste em duas idéias centrais: a primeira idéia é de que todas as partes dos organismos produzem e expõem "gêmulas". A segunda idéia central é que essas gêmulas se multiplicam e são transmitidas da célula mãe para as células filhas durante a divisão celular e, além disso, espalham-se pelo organismo todo. Elas são transportadas pelos gametas e transmitem informações sobre os progenitores aos descendentes.

Darwin considera que todas as unidades do corpo (célula) têm o poder de crescimento por auto-divisão, e que além desse poder, todas as unidades do corpo expõem gêmulas em todas as épocas da vida. Essas gêmulas contêm a informação de determinada parte do corpo em determinada época.

Essas gêmulas são extremamente pequenas e numerosas e diferem umas das outras (por exemplo, a gêmula do braço é diferente da gêmula do olho). Elas crescem, se multiplicam e se agregam.

As gêmulas de todas as partes do sistema se dispersam por meio dos fluidos do organismo (inclusive pelo sangue), e se reúnem e constituem os elementos sexuais, cujo desenvolvimento formará um novo ser.

Algumas gêmulas podem permanecer em estado dormente passando a outras gerações, onde então podem ou não se manifestar.

As diferenças entre irmãos ocorrem devido principalmente a dominância ("prepotência") de certas gêmulas sobre outras e também a diferenças no número de gêmulas.

Quando ocorre uma modificação em alguma parte do organismo, essa parte modificada vai expelir gêmulas modificadas, que transmitirão à prole essa característica adquiridas.

As gêmulas podem conter informações do período em que ela deve manifestar-se (por exemplo, o caso de alguma doença que só se manifesta aos 60 anos).

Darwin também coloca que as características que aparecerem tardiamente na vida de um indivíduo tendem a se manifestar somente no sexo em que apareceu; já características que apareceram quando o indivíduo era jovem, tendem a se manifestar em ambos os sexos. Darwin explica que quando os órgãos sexuais estão ativos eles

tendem a imprimir a marca do sexo naquela característica que apareceu, portanto a prole só vai manifestar tal características se tiver outras gêmulas do mesmo sexo para se agregarem. Já se os órgãos reprodutores não estiverem ativos não ocorrerá essa impressão e então a característica poderá se manifestar em ambos os sexos.

De acordo com Mayr, a parte mais importante desta hipótese é que ela postula a existência de um número enorme de diferentes tipos de gêmulas, uma população de gêmulas em contraste com as unidades fisiológicas de Spencer, as quais se encontram em pequeno número dentro da célula; mas, quando a célula se divide elas podem se distribuir irregularmente e gerar diferenças. (MAYR, p. 670).

Quanto as demais diferenças entre a idéia de herança de Darwin e de Spencer podemos acrescentar o seguinte:

A gêmulas são menores que as unidades fisiológicas, e enquanto essas são de um mesmo tipo, as gêmulas são de tipos bem variados, pois provêm de cada parte do corpo contendo, portanto, informações sobre esta parte, ao passo que as unidades fisiológicas contêm a informação da estrutura completa do organismo.

Quanto a movimentação dessas partículas podemos assinalar que as unidades fisiológicas só passam de uma célula para outra quando ocorre a divisão celular, enquanto que as gêmulas podem circular pelo organismo através dos fluido.

Apesar de ambas idéias tentarem fornecer um mecanismo para explicar a herança de caracteres adquiridos, elas têm suas diferenças. Spencer acreditava que uma modificação adquirida não altera diretamente uma unidade fisiológica, mas sim sua forma de se estruturar e isso é passado às gerações seguintes; já Darwin acreditava que uma alteração adquirida faz com que a parte modificada emita gêmulas modificadas, que então serão passadas às gerações seguintes.

Como vimos também existem algumas semelhanças entre essas idéias porém as diferenças são mais acentuadas, contudo parece que Darwin não captou muito bem todos os aspectos da teoria de Spencer. Somente na segunda edição da *Variação é que Darwin estabelece que suas idéias são bem diferentes, na primeira edição ele considera sua hipótese uma modificação e ampliação de determinadas idéias,*

principalmente a de Spencer.

Acerca das demais diferenças entre as edições do livro referido podemos assinalar o seguinte:

De modo geral ocorreram algumas mudanças de termos entre a primeira e segunda edição, podemos notar também que algumas citações foram acrescentadas à segunda edição, pois foram publicadas posteriormente à primeira.

Darwin também excluiu algumas citações que provavelmente não fortaleciam mais sua hipótese; os trechos excluídos se tornaram irrelevantes ou redundantes quando comparados as novas citações. Há a exclusão também de trechos que trazem mais problemas do que soluções, como é o caso da citação sobre formação de monstros colocada na primeira edição.

Na segunda edição Darwin discute com mais detalhes a regeneração, discutindo várias publicações posteriores à primeira edição. Ele relaciona a geração com a regeneração, onde a mesma causa que produz a formação de um novo ser na reprodução continua a agir na regeneração.

É também na segunda edição que ele fundamenta a existência de brotos hibridizados por enxertos e pode por isso procurar explicar o fenômeno através de um mecanismo envolvendo as gêmulas que estão difundidas e não agrupadas. Darwin acrescenta nessa edição fatos que corroboram com sua idéia de hibridização por enxerto, como é o caso da batata. Ele estabelece na segunda edição uma importante identificação entre as duas formas de reprodução (sexual e assexual) que pareciam totalmente distintas.

Quanto a influência direta do elemento masculino, parece que na segunda edição Darwin tem menos dúvidas e deixa clara a idéia de que existem processos diferentes quanto a formação de influências do elemento masculino no feminino.

Comparando-se as duas edições pode-se conjecturar que Darwin se atualizou sobre alguns assuntos, que apresentavam controvérsias na época, como a divisão celular. Apesar de não se comprometer com nenhuma teoria, ele deixa de citar os opositores da teoria celular na segunda edição de seu livro.

Acerca da herança correspondente a determinadas épocas, parece que Darwin está mais seguro na segunda edição, o que também ocorre

com a herança relacionada ao sexo.

Como vimos as edições também apresentam diferenças quanto a reprodução das gêmulas e seu tamanho, itens esses que são melhor trabalhados na segunda edição. A importância da união de variedades diferentes também ficou mais estabelecida na segunda edição.

O trabalho de comparação entre as duas edições esclareceu de modo específico alguns pontos da hipótese de Darwin, além de ajudar na compreensão geral do trabalho em questão. Pode-se também, por meio deste tipo de análise, detectar alguns pontos fracos na teoria estudada, como por exemplo o pouco aprofundamento da questão sobre divisão celular. Outras falhas foram apontadas na época, como por exemplo, as críticas feitas por Galton sobre o modo de difusão das gêmulas que trataremos no próximo capítulo.

CAPÍTULO 6: FRANCIS GALTON E OS EXPERIMENTOS SOBRE A PANGÊNESE

O Universo não é uma idéia minha. A minha idéia do Universo é que é uma idéia minha. A noite não anoitece pelos meus olhos, a minha idéia de noite é que anoitece por meus olhos. Fora de eu pensar e de haver quaisquer pensamentos a noite anoitece concretamente e o fulgor das estrelas existe como se tivesse peso.

Fernando Pessoa

1 INTRODUÇÃO

Francis Galton (1822-1911) é mais conhecido por seus trabalhos que poderíamos hoje em dia classificar como "bioestatística". Com formação médica e depois de ter viajado pela África e pela Europa, Galton se estabeleceu em Londres, onde desenvolveu a maior parte de suas pesquisas. Seu envolvimento com a questão da herança parece ter tido início com a publicação, em 1865, de *Hereditary talent and character*, na revista *McMillan's Magazine*. Esse trabalho parece ter sido a base de sua teoria de herança que foi publicada em 1876 no *Journal of Anthropological Institute* sob o título *A theory of heredity*.

Os pontos principais da teoria de herança de Galton são os seguintes:

- 1) O corpo compõem-se de inumeráveis unidades, que têm uma origem e um germe separado.
- 2) Uma "estirpe"¹ contém vários diferentes germes. Os germes contidos na estirpe não se desenvolvem todos, pois eles são em número maior do que o necessário para formar o novo indivíduo;

¹ Galton criou o conceito de "estirpe" significando um agrupamento de germes, existente no ovo fecundado, que vai gerar o novo ser.

muitos germes permanecem em estado latente.

3) Esses germes, permanecendo em estado latente, contribuem com a formação da estirpe dos descendentes.

4) A organização depende da afinidade e repulsão que existe entre os germes separados, primeiro no estado de estirpe e depois em todos os períodos do desenvolvimento (GALTON, *Herencia y eugenesia*, p. 34).

Há uma semelhança global entre as idéias de Darwin e de Galton, pois ambos aceitavam que a transmissão de caracteres se dava por meio de alguma partícula material. Galton comparava a estirpe com partidos políticos e as gêmulas com votantes, ou seja, para ele, as gêmulas de Darwin deveriam estar agrupadas e não circulando livremente como ele interpretou. Esse ponto parece ser a principal discordância entre Galton e a hipótese da pangênese de Darwin.

Segundo Hans Stubbe, Galton foi a primeira pessoa a comentar a hipótese de Darwin:

Para provar que as gêmulas de Darwin estavam circulando no sangue, ele [Galton] fez transfusões de sangue em uma dada raça de animais, usando sangue de uma raça diferente, esperando que ocorresse uma influência dos caracteres na prole. Seus experimentos em coelhos tiveram um resultado negativo. No entanto ele assumiu a existência de gêmulas, e caracterizou-as coletivamente como "estirpe" (*stirpes* = raiz). Mas ele rejeitou a idéia de que elas circulavam livremente no sangue ... (STUBBE, *History og Genetics - from prehistoric times to the redescovery of Mendel's laws*, p. 175).

Esses experimentos feitos com coelhos foram publicados no *Proceedings of the Royal Society of London* em 1871, e a partir daí, Darwin e Galton travaram algumas discussões que foram publicadas na revista *Nature*. Neste capítulo apresentaremos detalhadamente

esses experimentos e suas conseqüentes discussões.

2 EXPERIMENTOS SOBRE A PANGÊNESE

Galton começa seu artigo afirmando que a teoria da pangênese de Darwin é a única que procura explicar, por meio de uma lei simples, os fenômenos como reversão, crescimento e regeneração. No entanto, segundo Galton, baseia-se em postulados hipotéticos, o que justifica, para ele, a importância de serem testados (GALTON, 1871 a, p. 394).

A seguir, Galton faz uma breve recapitulação das idéias da pangênese. Coloca como pontos básicos as seguintes idéias:

Cada célula antes e durante seu desenvolvimento, emite gêmulas que são lançadas à circulação, onde vivem e onde se reproduzem, fiéis aos seus tipos, por um processo de auto-divisão; e, conseqüentemente, enxameiam no sangue um grande número e uma grande variedade de gêmulas que circulam com ele (GALTON, 1871 a, p. 394).

Em decorrência desta interpretação, para Galton, a diferença entre animais com a mesma aparência residiria somente na circulação de seus sangues; um sendo puro conteria gêmulas de uma única variedade, outro sendo híbrido conteria gêmulas híbridas em seu sangue.

Assim, se a diferença básica entre um híbrido e um indivíduo de linhagem pura é seu sangue, a troca de um sangue para outro deveria influenciar seus descendentes, e foi tentando comprovar essa hipótese que Galton elaborou seus experimentos:

Então eu me propus a injetar sangue estrangeiro na circulação de animais de variedades puras (é claro que sob o efeito de anestésicos) e cruzá-los, e então observar se suas proles

mostravam ou não, algum sinal de hibridismo ...
Fiz experimentos de transfusão e circulação
cruzada em um grande número de coelhos; e
cheguei a resultados definidos ... (GALTON,
1871 a, p. 1871, p. 395).

Galton indica que começou a fazer esses experimentos no final de 1869 e agradece a várias autoridades e auxiliares que o ajudaram no experimento. Ele apresenta, no artigo em questão, um apêndice em que descreve detalhadamente o método utilizado nas operações.

Galton utilizou a raça *silvergrey*, que apresenta pelos cinzas quando adultos; eles raramente são manchados e nunca apresentam orelhas caídas. Esses animais nascem pretos e se tornam cinzas em poucas semanas. A variação que pode ocorrer na raça, é aquela que apresenta partes do focinho e dos pés em cor branca, e uma lista branca na testa. Outra variação mais peculiar é a "himalaia": coelhos brancos com extremidades pretas. Galton considera que a raça *silvergrey* é ideal para o experimento pois quando cruzados com outros coelhos, permitem um fácil reconhecimento do híbrido.

Foram feitos três tipos de operações:

1) Transfusão moderada de sangue parcialmente desfibrinado. Sangrou-se animais do tipo *silvergrey* tanto quanto possível (correspondendo a cerca de uma onça, ou cerca de 1/70 do peso do animal). Recolheu-se sangue de outras variedades de animais (um coelho amarelo, um cinza, um preto e branco). O sangue foi recolhido numa bacia morna, onde foi agitado para remover a parte de fibrina, foi filtrado, pesado e então colocado em uma seringa e injetado nos animais *silvergrey*.

2) A segunda operação consistia em uma transfusão completa de sangue desfibrinado. Sangrou-se um *silvergrey* e ao mesmo tempo injetou-se o sangue apropriado das mesmas variedades acima citadas, em uma quantidade três vezes maior.

3) A terceira operação consistiu em estabelecer um sistema de circulação cruzada entre a artéria carótida de um *silvergrey* e um coelho comum, misturando totalmente seus sangues durante até mais de 30 minutos.

Galton chamou a operação simples (número 1) de U; a de

repetidas sangrias e transfusões (número 2) de W; e a operação de circulação cruzada pela letra X (GALTON, 1871 a, p. 397). De acordo com a hipótese inicial, a proporção de gêmulas novas ou antigas no coelho que sofre a transfusão deve equivaler à proporção de sangue novo ou original que permanece no coelho. Galton procura, por isso, calcular essa proporção.

Galton fez as seguintes considerações para determinar quanto de sangue foi trocado:

a) Galton supunha que era impossível determinar a quantidade exata de sangue de um animal, porém ele admitia a estimativa aceita na época de que a quantidade de sangue de um animal é igual a 1/10 de seu peso.

b) Quanto ao tempo, Galton observou que quanto mais rápida a transfusão (no processo W), maior será a parcela de sangue definitivamente alterada, mas supõe, por segurança, que os sangues se misturam instantaneamente.

c) Ele estimou em 10 minutos, o tempo para um volume de sangue igual ao total contido no corpo do coelho para passar pela carótida.

Chamando-se de V o volume de sangue do silvergrey, de U a quantidade de sangue estranho injetada de cada vez e M o número de injeções (com retirada de igual quantidade de sangue), no processo W, a quantidade de sangue original a do silvergrey depois de n injeções, seria:

$$a = V \left(1 - \frac{u}{V} \right)^n$$

Considerando-se sucessivas injeções, o que equivaleria a um fluxo contínuo, então depois que uma quantidade W de sangue estrangeiro passou, a fórmula se tornaria:

$$a = V \cdot e^{- (W/V)}$$

Em uma transfusão cruzada (processo X), considerando-se V o volume de sangue de um dos coelhos, V' o volume de sangue do outro coelho, então, depois de W de sangue estrangeiro ter passado para o primeiro, a quantidade de sangue original que resta no silvergrey excede a:

$$a = \frac{V}{V + V'} \left\{ V + V' \cdot e^{-\left[\frac{1}{V} + \frac{1}{V'} \right] W} \right\} \quad \text{que se torna:}$$

$a = \frac{V}{2} \left\{ 1 + e^{-2W/V} \right\}$ quando os dois coelhos possuem igual quantidade de sangue.

A seguir Galton apresenta três longas tabelas mostrando todos os tipos e quantidade de mistura que fez, e o resumo do resultado é o seguinte:

No primeiro exemplo ele obteve 5 fêmeas (A, B, C, D, E) e 3 machos (K, L, M) que tinham sido submetidos à operação que ele chamou de U, e que tinham, de acordo com sua estimativa, 1/8 de sangue estrangeiro. Ele cruzou esses animais entre si, verificou o efeito das gêmulas estrangeiras em suas veias. O resultado foi o seguinte: obteve 31 filhotes, todos silvergrey, exceto um exemplo (prole de fêmea A x macho M) que apresentava uma pata da frente branca (GALTON, 1871, p. 402).

Acerca deste resultado, Galton indica que ele poderia ter sido causado por uma doença de pele que afetou a ninhada. Dando continuidade a seus experimentos, Galton faz a operação que chamou de W.

Nesta transfusão ele se utilizou de uma nova fêmea (G) que foi submetida à operação W, e que ele indica como G (W), das fêmeas anteriores, que não foram operadas novamente, e 3 machos K que tinham submetidos a ambas operações (W,W); M (U,W) e N(U,W).

Na tentativa de cruzá-los, observei um resultado inesperado, eles aparentemente tinham se tornado estéreis. Os machos estavam desejosos pelas

fêmeas, mas essas estavam indiferentes, fui incapaz de verificar se a cópula havia ocorrido; então eu os deixei em pares na mesma gaiola por 3 dias (GALTON, 1871 a, p. 402).

Foram feitas 7 tentativas e em uma obteve-se sucesso, foi a do par ACU e MCU, W); que, quando submetidos apenas à operação U, tinham produzido uma prole com pinta branca. Neste novo cruzamento a prole apresentou 6 indivíduos silvergrey puros.

Um outro caso foi duvidoso: o da fêmea ECU com o macho N (U, W). Galton imagina que a fêmea não havia aceitado o macho e então ela foi submetida a nova operação, desta vez a do tipo X; mas ela estava prenhe, e após isso ela abortou a cria e morreu.

Eu estava fora da cidade na época, mas o senhor Fraser, que as examinou, escreveu que ele acreditava completamente que a prole era composta de animais de várias cores; se isso for verdade deve ser em função da influência da circulação cruzada. Mas eu não confio muito na aparência da pele nua de coelhos imaturos, pois diferenças de transparência e a cor dos tecidos subjacentes podem dar indicações enganosas (GALTON, 1871 a, p. 403).

Parece que esses experimentos produziram uma esterilidade temporária. Galton atribuiu isso ao fato de que os elementos reprodutivos pudessem estar agrupados nas fibrinas e não no sangue todo, como ele havia interpretado inicialmente a pangênese de Darwin (GALTON, 1871 a, p. 403). Por isso ele imaginou que os experimentos de circulação cruzada com transferência de sangue integral (processo X) poderia ser decisivo.

Ele obtém três machos e quatro fêmeas silvergrey para os quais a transfusão em X foi bem sucedida e outros tantos coelhos comuns que haviam trocado sangue com os silvergrey. A partir de todos eles, Galton obtém 88 filhotes, em 13 ninhadas. Em nenhum caso notou qualquer efeito de hibridização. Observou apenas um

"himalaia" de cor areia, mas foi informado, pelo criador que lhe forneceu os coelhos, que isso costumava acontecer às vezes, em cruzamentos normais. Galton conclui:

Não se pode evitar a conclusão dessa grande série de experimentos, de que a doutrina da pangênese, pura e simples, como eu a interpretei, é incorreta (GALTON, 1871 a, p. 404).

Galton discute alternativas à hipótese da pangênese compatíveis com os resultados dos experimentos.

Galton conjectura que as gêmulas contidas no sangue injetado podem perecer juntamente com os corpúsculos sanguíneos durante o período em que o animal está se recuperando da operação e que por isso não se notou o efeito das gêmulas estrangeiras.

Galton, então, sugere um experimento onde coelhos machos deveriam copular logo após terem sido submetidos a operação, porém não chega a fazer o experimento.

Esses experimentos foram publicados no *Proceedings of the Royal Society of London* em março de 1871, e em resposta a essa publicação, Darwin escreveu uma nota para a revista *Nature*, que foi publicada no dia 27 de abril do mesmo ano.

3 DISCUSSÃO ENTRE DARWIN E GALTON

Darwin responde a Galton discutindo, inicialmente a própria interpretação da hipótese da pangênese que orientou os experimentos, Galton pressupõe que as gêmulas são transportadas pelo sangue, para planejar seus experimentos. Mas o ponto que Darwin coloca, é que em nenhum momento, em seu livro *The variation of animals and plants under domestication*, ele cita a palavra "sangue": "Eu não disse nenhuma palavra sobre o sangue ou sobre o sistema circulatório" (DARWIN, 1871, p. 502).

Darwin não nega a presença de gêmulas no sangue, porém diz que

essa não é uma condição necessária; pois ele se refere a animais inferiores como protozoários que não possuem sangue nem vasos, e se refere a plantas que possuem um fluido que não é considerado como sangue e que não circula (como o sangue); e mesmo nesses casos, a hipótese fala sobre gêmulas dispersadas.

As leis fundamentais de crescimento, reprodução e herança são tão similares em todo o reino orgânico que os meios pelos quais as gêmulas (assumindo sua existência) são difundidas pelo corpo, provavelmente sejam as mesmas em todos os seres; por conseguinte o meio dificilmente pode ser a difusão pelo sangue (DARWIN, 1871, p. 502).

Em seu depoimento, Darwin diz que quando, pela primeira vez, tomou contato com os trabalhos de Galton, não refletiu suficientemente bem sobre o assunto, e não viu dificuldades em acreditar na presença de gêmulas no sangue, pois o que ele afirma em sua obra é que:

... as gêmulas em cada organismo precisam ser completamente difundidas; e isso não parece improvável, considerando seus pequenos tamanhos e a ininterrupta circulação dos fluidos pelo corpo todo (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, 1868, p.379).

Quando Darwin está usando essas últimas palavra, ele está pensando na difusão das gêmulas através dos tecidos ou de células para célula, independente da presença dos vasos sanguíneos; "como no notável experimento do doutor Bence Jones, no qual elementos químicos absorvidos pelo estômago foram detectados, em questão de alguns minutos, na lente cristalina do olho" (DARWIN, 1871, p. 502). Segundo Darwin, não há nada que possa negar a passagem de gêmulas através das membranas das células, uma vez que elas são infinitamente pequenas.

A principal divergência entre ambos é que Galton acreditava

que os elementos reprodutivos estavam contidos inicialmente no sangue de animais superiores e eram separados ou coletados por glândulas reprodutivas. Já Darwin não afirmava isso e achava que se Galton tivesse provado tal idéia, teria feito a mais importante descoberta fisiológica.

Eu penso que cada um admitirá que esses experimentos são extremamente curiosos e que ele merecerá o mais alto crédito por sua engenhosidade e perseverança. Não me parece que a pangênese tenha recebido um golpe mortal ... sua vida está sempre em risco, e aqui eu me desculpo por ter dito algumas poucas palavras em sua defesa (DARWIN, 1871, p. 503).

Em resposta a essa colocação de Darwin, Galton escreve uma carta ao editor da revista *Nature*, que foi publicada no dia 4 de maio de 1871, onde ele indica que a ambigüidade do trabalho de Darwin é devida ao uso inapropriado de três palavras: circulação, livremente e difundido.

O próprio significado de circulação é suficientemente evidente, ou seja, um movimento re-entrante. Não se pode dizer que uma coisa circule a menos que ela retorne, depois de um tempo, a uma posição anterior. Na circulação de uma biblioteca, os livros retornam e saem novamente. Diz-se que as moedas circulam porque elas voltam para as mesmas mãos dos trocadores. Uma estória circula, quando uma pessoa ouve-a repetidas vezes na sociedade. O sangue é indubitavelmente conhecido como fluido circulante, e quando se usar a expressão ["circular"], sempre se indica o sangue. Eu entendi que o senhor Darwin falou sobre sangue quando usou as expressões "circulando livremente" e "a ininterrupta circulação de

fluidos", bem como outras palavras como "livremente" e "difusão" que encorajam essa idéia (GALTON, 1871 b, p.5).

A crítica de Galton recai sobre o uso da palavra circulação com o sentido de dispersão, que para ele são concepções totalmente diferentes. "Provavelmente ele usou a palavra com alguma alusão ao fato da dispersão ser efetuada por algum processo de redemoinho e não necessariamente por circulação corrente (GALTON, 1871 b, p. 5).

Quanto à palavra "livremente", Galton aponta uma contradição no discurso de Darwin, que diz que as "gêmulas passam através das paredes sólidas das células e dos tecidos" e isso é incompatível com a expressão "circular livremente", pois "livremente" significa sem retardamento (GALTON, 1871 b, p.5).

Para Galton as gêmulas só poderiam circular livremente se fluíssem pelo sangue, e foi assim que ele interpretou.

O mesmo ocorre com a palavra "difundido" que se aplica a movimentos fluidos, sendo inapropriados à ação descrita por Darwin, onde as gêmulas passam através dos tecidos sólidos:

Se o senhor Darwin tivesse dado em seu trabalho um ou dois parágrafos adicionais para a descrição do paradeiro das gêmulas, que é um ponto importante de sua teoria, dificilmente poderia ter ocorrido minha incompreensão ... (GALTON, 1871 b, p. 5).

Admitindo que Darwin queria dar outro sentido às expressões que usou, Galton indica que, pelo menos, ele estabeleceu que as gêmulas não circulam pelo sangue, independentemente de ser esta ou não a idéia de Darwin.

A defesa de Darwin, colocando que ele nunca se referiu ao sangue, mas sim a dispersão das gêmulas pelo organismo por meio de fluidos ou até mesmo através das paredes das células, não parece razoável, pois mesmo que as gêmulas se propagem de outra forma, deveriam também se encontrar no sangue, que constitui 1/10 do peso de um animal adulto. Parece que Darwin não havia pensado nisso e

quando Galton colocou a questão do sangue, chamando a atenção de Darwin, este tentou dar explicações vagas.

Em decorrência dessas discussões outras pessoas escreveram para o editor da *Nature*, opinando sobre o assunto. Este foi o caso de Lionel S. Beale que em publicação de 11 de maio de 1871, coloca outros pontos vulneráveis da hipótese. Beale propõe um experimento de enxerto, ao invés de transfusão, como relevante: se as gêmulas passam livremente pelos tecidos, devem estar presentes neles e, através de enxertos, deve ser possível obter híbridos que devem apresentar descendentes modificados. Mas, ao mesmo tempo, ele sugere que, se o resultado for oposto a essa previsão, provavelmente Darwin continuaria a defender a hipótese, pois as gêmulas não podem ser observadas e é sempre possível adaptar a hipótese aos fatos. Ele acredita que não é possível provar nem a existência nem a inexistência das gêmulas e que, por isso, quem quiser pode aceitá-las.

Ele diz que se admitirmos que as gêmulas existem elas podem então passar pelos tecidos, como afirma Darwin; mas existem outros problemas referentes à hipótese:

As gêmulas pangenéticas poderiam passar por todos os lugares. Elas poderiam deixar o corpo, acumular-se na atmosfera e misturar-se; as partículas compostas formadas, facilmente se virariam e voltariam ao organismo através de fendas entre as células cuticulares. Tais gêmulas poderiam mover-se para qualquer lugar, para cima, para baixo e através de qualquer parede celular. Elas poderiam penetrar nos sólidos, fluidos e gases. As gêmulas pangênicas não podem ser vistas ou testadas, nem podemos provar sua presença ou ausência. Os fenômenos aduzidos pelo senhor Darwin em suporte de sua hipótese podem ser demonstrados, mas as gêmulas pangênicas são apenas imaginárias, e a analogia entre fatos reais e fatos supostos é claramente uma analogia da imaginação. Os fatos aludidos

para sustentar a hipótese da pangênese provam tanto quanto a demonstração de germes vivos no ar prova a existência de vida no céu azul. O senhor Darwin admite que "existam muitos pontos vulneráveis" e que a vida de sua hipótese "está sempre em perigo"; mas não é esse perigo que dá interesse e encantamento a muitas hipóteses, e mantém a estima daqueles que se dedicam na informação conjectural e na especulação científica? (BEALE, 1871, p.26).

A crítica de Beale é geral e metodológica: ele ridiculariza hipóteses que falem sobre entes inobserváveis como as gêmulas, por lhe parecer impossível testá-las diretamente ou chegar a um consenso sobre sua existência.

Esse tipo de crítica não abala a hipótese de Darwin tanto quanto Beale desejaria. Darwin sabia que a Física de sua época utilizava hipóteses sobre entes inobserváveis (como o éter) e que isso era aceito na ciência.

Nas investigações científicas é permitido inventar qualquer hipótese, e se ela explica muitas grandes e independentes classes de fatos, ela se eleva à categoria de uma teoria bem fundamentada. As ondulações do éter e mesmo a sua existência são hipotéticas, mas todos hoje admitem a teoria ondulatória da luz (DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, 1875, p.9).

É claro que Darwin, por não discutir mais claramente certos aspectos de sua hipótese, reduziu a possibilidade de testá-la; e isso enfraqueceu a hipótese, sob o ponto de vista metodológico. ao invés de se esquivar, como o fez, dos experimentos de Galton. Teria sido desejável que Darwin, diante deles, tornasse mais clara a conexão entre sua hipótese e os fatos, indicando claramente que resultados experimentais poderiam corroborar ou enfraquecer sua

proposta. Não ter feito isso mostra uma lacuna metodológica, embora não seja motivo para desprezar a hipótese em questão.

4 RESUMO

As idéias de Galton quanto à herança são basicamente iguais às de Darwin. Ele também considerava que partículas provindas do corpo todo iriam se agrupar por afinidades e formar o novo ser.

Na tentativa de verificar os postulados hipotéticos da idéia da pangênese de Darwin, Galton fez experimentos de transfusões de sangue em coelhos, pois, segundo suas interpretações, as gêmulas pangênicas deveriam estar "circulando" no sangue.

Ele utilizou a raça silvergrey que apresenta pelagem cinza e raramente são manchados, o que facilita o reconhecimento de híbridos. Esses coelhos foram os receptores de sangue de animais de outro tipo (coelhos amarelos, cinzas, brancos e pretos). A idéia de Galton foi a de submeter esses coelhos silvergrey a transfusões de sangue. Depois, cruzá-los e observar as características da prole. Caso a hipótese da pangênese fosse correta, ele esperaria obter como resultado coelhos híbridos.

Galton fez três tipos de transfusões: a) Transfusão moderada com sangue parcialmente desfibrinizado; b) Transfusão intensa com sangue totalmente desfibrinizado; e c) Circulação cruzada, onde ocorre a mistura total de sangue.

Galton observou que as transfusões com sangue desfibrinizado poderiam produzir uma esterilidade temporária e daí ele conjecturou que os elementos reprodutivos pudessem estar agrupados na fibrina e não no sangue todo como ele havia interpretado. Porém ele também não observou a produção de híbridos na prole de coelhos que foram submetidos à operação de circulação cruzada, ou seja, a transfusão de sangue com fibrina. A conclusão de Galton então foi a de que as gêmulas não poderiam estar circulando livremente pelo sangue.

Como pudemos verificar, Galton não recusa a idéia de Darwin, mas propõe o uso de outras palavras no lugar de circulando, livremente e difundido, pois Galton conjectura que as gêmulas estariam agrupada formando o que ele denominou de "estirpe", e não

difundidas pelo corpo todo, ou até mesmo circulando livremente como sugere Darwin.

Esse trabalho de Galton contribuiu para um melhor entendimento da hipótese da pangênese, pois forçou o próprio Darwin a refletir e discutir pontos obscuros de sua idéia.

CAPÍTULO 7: AS IDÉIAS DE HERANÇA NA OBRA "ORIGEM DAS ESPÉCIES".

De onde venho, para onde vou? Essa é a grande pergunta insondável, a mesma para cada um de nós. E a ciência não pode responder a ela.

Planck

1 SELEÇÃO NATURAL E VARIAÇÃO

Neste capítulo tentaremos destacar e analisar as idéias de herança contidas na obra *Origem das espécies* (1859) de Charles Darwin. É neste livro que ele apresenta sua teoria de evolução pela seleção natural.

Para discutir a seleção natural Darwin pressupõe que haja variabilidade entre indivíduos, sendo que o mais apto possui maior probabilidade de sobreviver à "luta pela sobrevivência". Esses indivíduos, assim selecionados, deixam descendentes que herdam, entre outras, a(s) característica(s) que conferiu uma vantagem.

Mas se de fato ocorrem variações úteis a qualquer ser vivo, seguramente os indivíduos dotados delas terão maior probabilidade de ser preservados na luta pela existência; e em virtude do forte princípio de hereditariedade, eles tenderão a produzir descendentes dotados daquelas mesmas características. Foi a esse princípio de preservação que, para ser conciso, dei o nome de Seleção Natural. Dentro do princípio de que as qualidades seriam herdadas em determinadas fases da existência do ser, a seleção natural pode modificar o ovo, a semente, o filhote, ou mesmo o ser em idade adulta

Note-se que ocorrem aqui duas menções à hereditariedade.

Através de um processo de Seleção Natural repetido ao longo do tempo, Darwin supõe que as características úteis vão se acumulando, levando a diferenças cada vez maiores, pois essa variabilidade não é limitada por nenhuma restrição intransponível do próprio organismo. Isto permite o surgimento de novas espécies, gêneros, etc.

Existem aí, na concepção básica de Darwin, três pontos fundamentais intimamente ligados à problemática da herança:

- a) Indivíduos podem gerar descendentes diferentes dos progenitores, pela variabilidade;
- b) as mudanças que surgem pela variabilidade tendem a ser transmitidas à prole;
- c) as mudanças podem ser acumuladas em sucessivas gerações, sem qualquer limite para essa mudança.

Em um certo sentido, a variabilidade é uma violação da concepção geral de herança. Como regra geral, a herança é a produção do semelhante pelo semelhante: "Nenhum criador duvida da força que tem a tendência à hereditariedade - sua crença fundamental é esta: cada qual produz seu semelhante" (DARWIN, Origem das espécies, p. 51). Portanto o surgimento de diferenças entre a prole e os progenitores é uma violação dessa regra geral. Como a variabilidade pode ser entendida? E por qual motivo essa "falha" da hereditariedade é conservada pela hereditariedade na geração seguinte? É principalmente no primeiro capítulo da Origem que Darwin trata esse assunto.

É importante indicar, aqui, que não existe, nessa época, uma distinção clara entre o que denominamos "fenótipo" e "genótipo". Não existem as noções de "homozigoto" e "heterozigoto". Darwin não dispõe de nossa conceituação atual e utilizará outros instrumentos de análise.

As espécies selvagens, para Darwin, são pouco variáveis, ou

¹ Utilizou-se para a análise deste capítulo a primeira edição da Origem das espécies (1859) publicada antes da Variação (1868). As citações foram da tradução em português de Eugênio Amado.

seja, os diferentes indivíduos de uma mesma espécie, em uma mesma região geográfica, são todos muito parecidos entre si. O mesmo não ocorre com animais e plantas domésticas, em que a regra geral é uma maior variabilidade e diferença entre os indivíduos de uma linhagem aparentemente pura. Se as raças domésticas fossem consideradas uma "mistura" (híbridos) de raças puras, seria fácil compreender isso. Mas, para Darwin, essa não é a causa da variabilidade². Ele supõe que de uma raça pura podem surgir variações; e que isso se deve a alguma interferência no processo de hereditariedade e, mais especificamente, no processo de reprodução.

...Todavia, a frequência muito maior de variabilidade, assim como de monstruosidades, nos seres em estado doméstico ou em cultivo, em relação aos existentes em estado selvagem, levou-me a acreditar que os desvios de estrutura são de algum modo devidos à natureza das condições de vida às quais estiveram expostos os pais e os ancestrais mais remotos, durante diversas gerações. Já referimos no primeiro capítulo - mas seria um longo catálogo de fatos, aqui impossível de apresentar, para demonstrar a verdade de tal afirmativa - que o sistema reprodutor é eminentemente suscetível de se alterar em função das condições de vida. O fato de ser tal sistema alterado funcionalmente nos pais seria a causa principal, segundo meu modo de pensar, da condição plástica, isto é passível de variações, dos descendentes. Os elementos sexuais masculinos e femininos parecem ser afetados antes do acasalamento que resultará na

² Darwin discute a possibilidade de que novas raças sejam formadas pelo cruzamento e posterior seleção das gerações seguintes, mas considera o processo muito difícil e afirma que não havia nenhum caso histórico desse procedimento; o método efetivamente usado pelos criadores, segundo Darwin, é a seleção artificial de características espontaneamente variantes (DARWIN, Origem das espécies, p. 55).

formação de um novo ser (DARWIN, Origem das espécies, p. 135)

Essa variabilidade não dirigida, devida à ação do meio, começa a atuar após muitas gerações e, depois, continuaria a existir mesmo se as condições do novo meio fossem constantes:

Parece evidente que os seres orgânicos devam ser expostos durante muitas gerações a novas condições de vida para que neles se produza uma soma apreciável de modificações, e que o organismo, desde que iniciou seu processo de variação, geralmente continua a variar durante muitas gerações seguidas. Não há registro de qualquer caso de espécie variante que tenha perdido essa condição sob cultivo ou criação (DARWIN, Origem das espécies, p. 47, cf. p. 135).

Seria possível, assim, induzir a variabilidade em espécies selvagens, pela sua domesticação:

Não tenho dúvidas de que se outros animais e vegetais em número idêntico ao das nossas produções domésticas, igualmente pertencentes a diversas classes e oriundos de diversos criadores de diversas regiões, fossem tirados da natureza e domesticados, conseguindo-se fazê-los reproduzir-se pelo mesmo número de gerações que as nossas atuais produções domésticas, sua variabilidade média seria equivalente à das espécies originais destas últimas (DARWIN, Origem das espécies, p. 54)

A existência dessa variabilidade é essencial para se conceber a evolução das espécies; sem ela, nunca poderia surgir algo novo, diferente do que existiu no passado. Haveria apenas diferentes combinações de elementos imutáveis.

Darwin aponta que algumas espécies domésticas se tornaram especialmente variáveis, sob todos os seus aspectos. Cita os exemplos do jacinto, batata e dália, afirmando:

Toda a organização da planta parece ter-se tornado maleável, sempre tendendo a desviar-se do tipo ancestral, ainda que em grau muito reduzido (DARWIN, Origem das espécies, p. 50).

Darwin considera como a causa mais freqüente da variabilidade a modificação dos elementos reprodutivos (masculino e feminino) antes da concepção, porém ele deixa claro que essa modificação é provocada pelas condições de vida:

Todavia, estou fortemente inclinado a suspeitar que a causa mais freqüente da variabilidade possa ser atribuída ao fato de terem sido afetados antes do ato da concepção os elementos reprodutores masculinos ou femininos. Diversas razões levam-me a crer nisso, mas a principal é o notável efeito produzido sobre as funções do sistema reprodutor pelo cativoiro ou pelas técnicas de cultivo (DARWIN, Origem das espécies, p. 48).

Esse efeito é que, comumente, os animais selvagens em cativoiro não se reproduzem.

Darwin afirma também que a variação não está necessariamente ligada ao ato da geração, conforme diversos autores acreditavam, mas sim às mudanças de condições de vida que agiriam sobre o sistema reprodutor ou sobre outros órgãos. Há casos especiais de variações independentes dos órgãos sexuais, como na reprodução por brotos. Algumas vezes, surge um ramo diferente de todo o restante da planta, e essa alteração pode ser propagada por enxetos³. Darwin supõe que as condições externas afetavam o próprio broto, não os

³ Darwin chama esses casos de "sports".

órgãos sexuais das plantas (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 49).

As condições de vida podem agir diretamente sobre os indivíduos produzindo algumas modificações ligeiras como o aumento de tamanho em função da alimentação; a mudança de cor em função do tipo de alimentação e da luz; e a espessura da pele em função do clima. Porém, os filhotes de uma mesma ninhada e as sementes de um mesmo fruto não são idênticos entre si, apesar de virem dos mesmos progenitores e terem sido submetidos às mesmas influências ambientais.

Isso mostra a pouca importância que teriam os efeitos diretos das condições de vida em comparação com os das leis de reprodução, de desenvolvimento e de hereditariedade (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 49).

Ou seja: as influências do meio (temperatura, alimentação, solo, etc.) podem alterar a prole de um modo definido, dirigido; mas podem simplesmente introduzir uma alteração sem direção definida, que resultará em uma prole heterogênea⁴.

Em um certo sentido, essa "variabilidade" se parece com a idéia de mutação, por supor que estão surgindo elementos hereditários novos. Mas difere dessa idéia porque o meio, segundo Darwin, induz a variação (e isso não ocorre para as mutações).

2 USO/DESUSO E CORRELAÇÃO

O surgimento de novos elementos hereditários pode ter também outra origem.

O hábito, por meio do uso e desuso de algum órgão, também é outra causa da variação. Os exemplos citados por Darwin no primeiro

⁴ Como existe uma variabilidade mesmo no caso de espécies selvagens que estão submetidas a condições constantes, deve-se supor que a própria natureza interna do organismo possui uma capacidade de variar, independentemente do meio.

capítulo da *Origem* são: o aumento dos úberes de vacas que são ordenhadas com mais frequência; a redução do peso dos ossos das asas dos patos domésticos e o aumento do peso dos ossos das pernas, comparados com os selvagens, por menor uso das asas e maior uso das patas; as orelhas pendentes de muitos animais domésticos, por desuso (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 49-50)

Com base nos fatos mencionados no primeiro capítulo, acho que deve ter restado pouca dúvida quanto à idéia de que, entre os animais domésticos, o uso reforça e desenvolve certas partes de seus corpos, enquanto que o desuso as atrofia, e que tais modificações são hereditárias (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 137).

No capítulo 5, Darwin retorna ao tema de uso e desuso, indicando evidências de que esse fenômeno ocorre também entre espécies selvagens:

É bem sabido que diversos animais que vivem nas cavernas da Estíria e do Kentucky, e que pertencem às classes mais diferentes, são cegos. Em alguns caranguejos, o pedúnculo sobre o qual se assentam os olhos costuma permanecer no corpo, mesmo que os olhos se percam. É como se a luneta se perdesse, ficando apenas o tripé. Como é difícil imaginar que os olhos, ainda que inúteis, pudessem ser de algum modo nocivos ao animal, atribuo sua perda ao desuso, e a nada mais. Num animal cego, o rato-das-cavernas, os olhos são enormes. O professor Silliman acreditava que esse animal, depois de viver alguns dias em ambiente iluminado, readquiriria parte de sua capacidade visual. Do mesmo modo que na Madeira as asas de certos insetos aumentaram de tamanho, enquanto que as de outros

insetos foram reduzidas pela seleção natural, auxiliada pelo uso e desuso, no caso do rato-das-cavernas a seleção natural parece ter aceito o desafio da falta de luz, aumentando o tamanho dos olhos, enquanto que, no caso dos demais habitantes das grutas escuras, o próprio desuso seria o responsável pelas variações neles verificadas (DARWIN, Origem das espécies, p. 139).

O uso e desuso, admitido e utilizado por Darwin para explicar diversos fatos, é uma segunda fonte de surgimento de novos elementos hereditários.

Darwin ainda considera que qualquer modificação ocorrida no organismo, seja qual for sua causa, pode trazer consigo outras modificações, como os exemplos dados por ele de gatos de olhos azuis que são surdos e da correlação de membros compridos e cabeça alongada; porém ele desconhece a causa desta ligação:

... não podemos nos esquecer de que o clima, a alimentação, etc., provavelmente produzem... algum efeito direto, ainda que discreto. Contudo, é mais necessário ter-se em mente que existem muitas leis de correlação de crescimento que ainda nos são desconhecidas, segundo as quais, quando alguma parte do organismo é alterada através de variação, com o subsequente acúmulo de modificações proveitosas devido à seleção natural, tais modificações poderão produzir outras eventualmente de natureza inteiramente inesperada (DARWIN, Origem das espécies, p. 103).

Este é o terceiro fator fundamental para o aparecimento de novos elementos hereditários. A alteração de um aspecto pode acarretar o desenvolvimento de um outro, sem que este tenha sofrido ação direta do meio ou do uso e desuso.

É sobre esses novos elementos gerados pela variabilidade que a seleção natural irá atuar. Sem essas variações a seleção não poderia produzir novas espécies: poderia apenas extinguir gradualmente as antigas.

Assim podemos resumir o que foi colocado até o momento da seguinte forma:

Indivíduos de uma variedade A, com suas diferenças individuais, foram submetidos a mudanças nas condições de vida. Essas mudanças agem sobre o sistema reprodutivo, pois segundo Darwin esses são os órgãos mais suscetíveis de se alterarem em função das condições de vida. Essa ação provoca ou acelera a variabilidade produzindo mudanças mínimas na estrutura ou nos hábitos; se essas mudanças proporcionarem uma vantagem aos indivíduos que as portam, esses terão mais chances de sobreviverem e deixarem descendentes férteis, ou seja, serão selecionados. Essa modificação vantajosa pode trazer junto consigo outras modificações, ambas terão uma tendência a serem herdadas. Somente as mudanças favoráveis serão acumuladas, sejam elas ligadas ao sexo sejam elas correspondentes a alguma idade, esse acúmulo de mudanças pode dar origem a uma variedade nova.

Acredito que as condições de vida, em razão de sua influência sobre o sistema reprodutor, sejam de fato altamente importante quanto à produção de variabilidade. Quanto a esta, não creio que constitua uma contingência necessária e inata, que ocorra em qualquer circunstância em todos os seres organizados, conforme afirmaram alguns autores. Seus efeitos são alterados pelos diversos graus de hereditariedade e regressão. Além do mais, a variabilidade é dirigida por diversas leis desconhecidas, especialmente pela de "correlação de crescimento". Pode-se atribuir alguma influência à ação direta das condições de vida. Alguma também ao fator uso-desuso. Assim o resultado final é infinitamente complexo (DARWIN, Origem das espécies, p. 71).

3 AS LEIS DA HEREDITARIEDADE NA "ORIGEM"

Em contraponto ao surgimento dos novos elementos sobre os quais deve atuar a seleção natural, Darwin precisa assumir a hereditariedade de novo, para que possa ocorrer um acúmulo de pequenas mudanças levando a uma grande mudança. Ele afirma por isso, categoricamente:

As variações não hereditárias em nada interessam ao presente estudo (DARWIN, Origem das espécies, p. 50).

Para Darwin as variações, sejam quais forem suas causas, têm uma tendência a ser herdadas; uma vez ocorrida a mudança, somente a seleção natural determinará o limite de acúmulo de uma tal variação:

Acima de todas essas causas de mudança, estou convencido de que a ação acumulativa da Seleção, seja aplicada metodicamente, com resultados rápidos; seja aleatoriamente, com resultados mais lentos, constitua efetivamente o Fator predominante (DARWIN, Origem das espécies, p. 71).

Todas as características têm uma tendência a ser herdadas, ou seja, a herança é a regra e a não herança é a exceção.

...Talvez a maneira correta de encarar esse assunto seja a de se considerar como regra geral a hereditariedade dos caracteres, qualquer que sejam, e a não hereditariedade como exceção (DARWIN, Origem das espécies, p. 51).

É essencial, para Darwin, estudar como se processa a hereditariedade. Ele comenta:

As leis que regulam a hereditariedade são inteiramente desconhecidas. Ninguém sabe explicar por que uma determinada peculiaridade surgida em diversos indivíduos da mesma espécie ou de espécies diferentes seja ora hereditária, ora não, ou por que só reaparecem numa criança certas características do avô ou da avó, senão mesmo de um ancestral bastante remoto, ou por que uma peculiaridade se transmite de um sexo para ambos, ou então para um só sexo, geralmente o mesmo do ancestral, se bem que haja exceções a tal respeito (DARWIN, Origem das espécies, p. 51).

Aqui, Darwin está iniciando a apresentação das principais regularidades "inexplicáveis" dos fenômenos hereditários. As duas primeiras são o atavismo e a herança ligada ao sexo.

Darwin está se referindo na citação anterior à herança em que determinadas características surgem em apenas um dos sexos; portanto está ligada ao fato do indivíduo ser macho ou fêmea.

...Trata-se de um fato de relativa importância para nós que certas peculiaridades surgidas nos machos de nossas raças domésticas, quando hereditárias, sejam transmitidas exclusivamente, ou então com frequência bem mais alta, apenas aos descendentes do sexo masculino (DARWIN, Origem das espécies, p. 51).

Por que a herança ligada ao sexo é tão importante, para Darwin? Porque sem isso seria impossível tratar a seleção sexual e explicar o surgimento dos caracteres sexuais secundários, pela seleção natural - assunto tratado no capítulo 4 da Origem.

Destarte, acredito que quando os machos e fêmeas de algum animal tenham os mesmos hábitos gerais de vida, mas diferem em estrutura, cor e ornamento, tais diferenças tenham sido produzidas mormente pela seleção sexual; ou seja, os indivíduos do sexo masculino teriam adquirido, através de gerações sucessivas, alguma vantagem ainda que ligeira sobre os outros machos, no que se refere às suas armas, meios de defesa ou encantos particulares, transmitindo essa vantagem para seus descendentes do mesmo sexo (DARWIN, Origem das espécies, p. 105).

Uma terceira "lei" da hereditariedade é o reaparecimento de características em idades correspondentes, nos progenitores e na prole:

Uma regra muito mais importante, que acredito possa ser considerada como uma regra geral, refere-se ao fato de que a peculiaridade, qualquer que seja a época de seu surgimento, tende a reaparecer no descendente no seu período de vida correspondente, quando não mais cedo. Em certos casos, não poderia ocorrer de outra maneira: as características hereditárias referentes aos chifres dos bovinos só poderiam surgir nos descendentes quando estes se tornassem adultos; as peculiaridades do bicho-da-seda ou aparecerão na lagarta, ou irão aparecer na larva. Mas as doenças hereditárias, além de diversos outros fatos, me levam a crer que essa regra seja ainda mais abrangente, e que mesmo não havendo razão aparente para que certa peculiaridade tenha de aparecer nesta ou naquela idade, ainda assim seu surgimento no descendente tende a se dar no mesmo período de sua aparição

no ancestral (DARWIN, Origem das espécies, p. 51).

Essa herança em épocas correspondentes pode ser utilizada para explicar, pela seleção, o surgimento de uma seqüência de fases na vida de um animal ou planta:

Conforme vimos, há certas variações, nos seres em estado doméstico, surgidas em determinados períodos da vida, que tendem a reaparecer nos descendentes naquele mesmo período - exemplos: nas sementes de muitas variedades de nossas plantas cultivadas; nas variedades do bicho-da-seda, em suas fases de lagarta e de crisálida; nos ovos das aves de granja e na cor da penugem dos pintinhos; nos chifres dos bovinos e ovinos, quando prestes a atingirem o estado adulto. De modo idêntico, na vida selvagem, a seleção natural também será capaz de agir sobre os seres vivos, modificando-os em qualquer fase de sua existência, através da acumulação de variedades úteis durante aquele estágio de sua existência, e tornando hereditária essa característica (DARWIN, Origem das espécies, p. 103).

Outro aspecto importante já citado relacionado à questão da herança é o fato de algumas características reverterem a formas ancestrais:

...Quando uma característica perdida reaparece numa raça após grande número de gerações, a hipótese mais provável não é a de que o descendente subitamente saiu parecido com um ancestral distante centenas de gerações, mas que, em cada geração que se sucedeu, sempre existiu, nos descendentes, a tendência a

reproduzir a tal característica, até o dia em que, sob condições favoráveis e desconhecidas, esta tendência se manifeste num dos descendentes (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 154).

Essa propriedade de reversão ou atavismo é amplamente utilizada por Darwin na *Origem das espécies* para justificar que certas espécies atuais descendem de outras diferentes, já que ocasionalmente mostram características das mesmas.

4 HERANÇA DE INSTINTOS

No capítulo 7 da *Origem* Darwin discute a diversidade dos instintos e como eles podem ser mantidos numa população. Darwin identifica o instinto como algo que não necessita de experiência, por ser praticado por muitos animais jovens que não tiveram tempo de repetir e aprender o hábito em questão. Ele também relaciona o instinto como sendo o hábito que é praticado por muitos indivíduos da mesma maneira:

Do mesmo modo que quanto à estrutura física, e em conformidade com minha teoria, o instinto pertencente a determinada espécie é bom para ela, não podendo ter sido produzido para o exclusivo bem-estar de outras, pelo menos tanto quanto podemos julgar. Um dos melhores exemplos que conheço de ação realizada aparentemente em proveito de outra espécie é o dos pulgões que cedem voluntariamente sua secreção adocicada para as formigas. Que esta cessão é efetivamente voluntária, pode-se demonstrar com os fatos que apresento a seguir. Afastei todas as formigas que rodeavam um grupo de cerca de uma dúzia de pulgões instalados numa poligonácea, impedindo

que elas se aproximassem da planta durante várias horas. Depois deste espaço de tempo, certifiquei-me de que os pulgões já estavam com vontade de produzir sua secreção. Fiquei observando-os durante algum tempo com o auxílio de uma lupa, mas nenhum deles segregou o líquido, apesar de eu lhes ter feito afagos e cócegas com um fio de cabelo, da mesma maneira que as formigas fazem com suas antenas. Depois disto, deixei que uma formiga chegasse até eles. Pela maneira impaciente com que ela ficou correndo para lá e para cá, via-se sua satisfação pelo achado tão precioso. Ela então começou a roçar com as antenas no abdômen ora de um ora de outro pulgão, e cada qual, tão logo sentia o contato das antenas, imediatamente erguia o abdômen e segregava uma gota límpida do líquido adocicado, que era avidamente sugado pela formiga. Mesmo os pulgões mais jovens procediam deste modo, mostrando que a ação era instintiva, e não resultado de experiência. Mas como a secreção é extremamente viscosa, provavelmente convém aos pulgões livrarem-se dela; daí ser provável que o instinto não redunde unicamente em proveito para as formigas (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 187-88).

Para Darwin, portanto, não se adquire instinto por hábito ou por prática; o instinto é inato e pode ser importante para o bem estar das espécies. Podem ocorrer ligeiras modificações dos instintos que sejam proveitosas para a espécie; esses instintos modificados serão acumulados e preservados pela seleção natural; para isso Darwin precisa assumir que os instinto e suas variações possam ser herdados.

Um dos exemplos de herança de instintos fornecido por Darwin é o cruzamento de diferentes raças de cães: O cruzamento de galgos com buldogues afeta durante várias gerações a coragem e

obstinação dos galgos; já galgos com pastores apresentam uma linhagem com forte tendência a caçar lebres.

Existe, portanto, algo que é passado às gerações seguintes que mantém o instinto; porém Darwin não discute qual é a base material dessa manutenção, mas afirma que ela [a manutenção do instinto] não é em decorrência de um hábito contínuo, pois:

Jamais passou pela cabeça de alguém ensinar o pombo-cambalhota a dar cambalhotas, e provavelmente ninguém conseguiria ensinar-lhe esta habilidade, que eu mesmo constatei executada por pombos jovens que jamais haviam visto outros pombos dando cambalhotas no ar. O que podemos acreditar é que algum pombo tenha demonstrado uma ligeira tendência a este estranho hábito e que a seleção continuada dos melhores indivíduos, durante gerações sucessivas, acabou por formar os cambalhotas que hoje existem (DARWIN, Origem das espécies, p. 189-90).

Darwin ainda faz uma distinção entre instinto doméstico e natural, pois o primeiro é menos estável e o segundo é perdido em cativeiro:

Disto tudo podemos concluir que os instintos domésticos foram adquiridos - e os naturais perdidos - em parte pelo hábito, e em parte por estar o homem selecionando e acumulando durante gerações sucessivas determinados hábitos e reações peculiares, surgidos inicialmente em função do que podemos chamar, dada a nossa ignorância sobre o assunto, um "acidente". Em certos casos, bastou apenas o hábito compulsório para produzir tais modificações mentais hereditárias; em outros, o hábito compulsório nada acarretou, sendo tudo o resultado da

seleção, alcançada seja metódicamente, seja aleatória e inconscientemente; na maior parte dos casos, porém, dever-se-ia atribuir a causa à ação conjunta de ambos os fatores: hábito e seleção (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 191).

Os instintos não são importantes somente por darem um bem estar às espécies, pois em alguns casos, como no caso do instinto escravizador de formigas, ele é indispensável para a sobrevivência. Trata-se de uma espécie de formiga, *Fomica rufiscens*, que depende de suas escravas para sobreviver. As fêmeas e os machos fecundos não trabalham; as operárias ou fêmeas estéreis só capturam escravas, não executando mais nenhuma função, sendo incapazes de construir seus próprios ninhos ou de alimentar suas larvas; são as escravas que fazem estas tarefas e que determinam a migração, transportando as rainhas em suas mandíbulas (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 193). Com isso podemos notar que os instintos e suas variações são importantes para uma espécie, portanto podem ser selecionados e acumulados, o que se enquadra perfeitamente na idéia geral de evolução por seleção natural. Apesar de assumir que os instintos são herdados Darwin não faz referências a nenhuma das leis de herança até então analisadas, nem introduz aqui uma nova lei; e, como veremos logo adiante, fica difícil imaginar uma base material para a herança de instintos.

Até certo ponto, os instintos estão associados a hábitos e ao uso e desuso. Darwin estabelece certas comparações:

Supondo-se que certas ações habituais se tornem hereditárias (e penso que se pode demonstrar que isto ocorre eventualmente), então a semelhança entre o que originalmente foi um hábito e o que hoje é instinto se torna tão grande que não há como distinguir um do outro... Mas seria um erro grave supor-se que a maior parte dos instintos teria sido adquirida pelo hábito durante uma geração, e em seguida transmitida por hereditariedade às gerações subseqüentes.

... Sob condições de vida modificadas, é pelo menos possível que ligeiras modificações dos instintos sejam proveitosas para uma espécie; assim, se se puder demonstrar que os instintos efetivamente variam, por pouco que seja, então não vejo dificuldade em se admitir que a seleção natural preserve e acumule continuamente as variações de instinto, na medida de seu proveito para a espécie. Foi deste modo que, segundo minha maneira de pensar, se originaram todos os maravilhosos e complexos instintos que hoje existem. Uma vez que as modificações da estrutura corporal aparecem e são desenvolvidas pelo uso ou hábito, ou regridem até desaparecerem em decorrência do desuso, não resta dúvida de que o mesmo se dá com os instintos (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 186).

Os instintos podem, segundo Darwin, sofrer variabilidade como as características físicas; podem ser selecionados e acumulados; podem se desenvolver pelo uso e desuso e ser transmitidos aos descendentes. Mas como tudo isso é possível? Como os elementos sexuais podem transmitir comportamentos? É difícil pensar em uma explicação para isso no contexto das concepções de Darwin sobre hereditariedade.

5 HIBRIDISMO E ESTERILIDADE

De modo geral se considera que os híbridos de duas espécies distintas são estéreis, ao contrário do que ocorre com híbridos de duas variedades próximas. Porém para Darwin esta esterilidade não é vantajosa no que se refere a teoria de seleção natural e evidentemente não poderia ter sido adquirida através da continuada preservação de aumentos de esterilidade paulatinos e proveitosos.

No capítulo 8 da *Origem* Darwin tenta demonstrar que a

esterilidade não é uma característica especialmente adquirida ou conferida, mas apenas um acidente ligado a outras diferenças adquiridas.

Darwin distingue dois tipos de esterilidade: a) a esterilidade resultante dos primeiros cruzamentos entre duas espécies; b) a esterilidade dos híbridos que delas descendem, atribuindo uma causa comum a ambos casos.

No primeiro caso Darwin discute que a fertilidade das espécies puras é afetada por tantas circunstâncias que é difícil delimitar onde termina a fertilidade perfeita e onde começa a esterilidade:

Quase todas as plantas das experiências de Gärtner estavam em vasos, guardadas, ao que se presume, num dos aposentos de sua residência. Não há dúvidas quanto ao fato de que isto poderia ter sido prejudicial à fertilidade da planta. Com efeito, Gärtner menciona em seus apontamentos cerca de uma vintena de casos de plantas que ele castrou e fertilizou artificialmente com o próprio pólen delas e, excluindo-se todos os casos de vegetais como leguminosas e outras, cuja manipulação é reconhecidamente difícil, metade dessas vinte plantas tiveram sua fertilidade reduzida em algum grau (DARWIN, Origem das espécies, p. 210).

Uma das circunstâncias que afeta a fertilidade é, para Darwin, a perturbação das condições de vida, pois como já vimos ele considera que o aparelho reprodutor é o órgão mais suscetível às mudanças, daí as plantas mantidas em cativeiro apresentarem um alto grau de esterilidade; porém existem outras circunstâncias referentes principalmente à esterilidades de híbridos.

Para Darwin a regra geral é que a fertilidade de um cruzamento entre híbridos diminui com o passar das gerações e isso é devido a uma causa independente das condições de vida, ou seja, é devido aos cruzamentos entre indivíduos muito próximos:

Recolhi tão extenso conjunto de fatos mostrando que os cruzamentos entre indivíduos de parentesco próximo reduz a fecundidade, e que, por outro lado, um cruzamento com um indivíduo distinto, ou mesmo com espécime de outra variedade, aumenta a fertilidade, que não posso duvidar da exatidão desta crença que é quase universal entre os criadores (DARWIN, Origem das espécies, p. 211).

Em ambos casos o sistema reprodutor, segundo Darwin, é afetado pela esterilidade independente do estado geral de saúde. No primeiro, caso as condições de vida foram perturbadas; no segundo, isto é, no dos híbridos, as condições externas permaneceram as mesmas, mas o organismo foi perturbado pelo fato de se terem fundido, numa única estrutura e constituição, duas outras diferentes.

De fato, é pouco provável que dois organismos passem a compor um único, sem que ocorra alguma perturbação no desenvolvimento, ou na ação periódica, ou na inter-relação entre as diferentes partes ou órgãos, ou mesmo nas condições de vida. Quando os híbridos são capazes de se cruzarem inter se, transmitem a seus descendentes, de geração a geração, a mesma organização corporal mista, donde não ser preciso que nos surpreendamos com o fato de que sua esterilidade, embora variável até certo ponto, raramente se reduza (DARWIN, Origem das espécies, p. 222).

Darwin também descreve o fato de algumas espécies vegetais apresentarem esterilidade quando autofecundadas, sendo perfeitamente fecundas quando fertilizadas por pólen de outras espécies. Portanto, para determinados vegetais, e em certos casos

para todos os indivíduos de certas espécies, é mais fácil produzir híbridos do que conseguir-se a sua autofecundação:

Um bulbo de *Hippeastrum aulicum* produziu quatro flores, das quais três foram fecundadas por seu próprio pólen, na experiência de Herbert, e a quarta foi fecundada com o pólen de um híbrido obtido pelo entrecruzamento de três espécies distintas. Eis o resultado: "Os ovários das três primeiras flores logo cessaram seu desenvolvimento, definhando completamente ao fim de poucos dias, enquanto que a vagem fecundada pelo pólen do híbrido apresentou crescimento vigoroso e rápido progresso, até alcançar a maturação, quando produziu boa semente, que germinou sem problemas" (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 212).

De modo geral, para Darwin, as causas da esterilidade são: a) a impossibilidade física dos elementos sexuais se unirem; b) a impossibilidade de produzir embrião (que é a mesma impossibilidade apresentada por determinadas árvores quanto à capacidade de serem enxertadas em outras); c) desenvolvimento incompleto do embrião. Além disso, Darwin considera que a esterilidade independe do estado geral de saúde e que o elemento masculino está mais sujeito a ser afetado.

5.1 Leis que regulam a esterilidade

Darwin tenta examinar mais detalhadamente as circunstâncias e regras que determinam a esterilidade dos primeiros cruzamentos e dos híbridos.

Como já foi colocado anteriormente, quando duas variedades ou espécies muito próximas (sistematicamente) se cruzam apresentam maior fertilidade se comparadas a cruzamentos de indivíduos sistematicamente mais distantes, ou seja, que a afinidade

sistemática (semelhanças existentes entre as espécies no que se refere a conformação e a constituição) pode na maioria da vezes facilitar o cruzamento; mas que essa correspondência não é rigorosa.

Quando o pólen de uma planta pertencente a determinada família é colocado no estigma de outra planta pertencente a uma família distinta, sua influência não é maior do que a exercida por grãos de poeira inorgânica. Trata-se do zero absoluto de fecundidade. Já quando o pólen de uma espécie é colocado no estigma de outra pertencente ao mesmo gênero, os resultados mostrarão uma perfeita gradação quanto ao número de sementes produzidas, podendo variar do zero à fertilidade perfeita, ou mesmo, conforme tivermos a oportunidade de ver, a um excesso de fertilidade, superior ao que o próprio pólen da planta seria capaz de produzir (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 215).

A esterilidade está relacionada também com o tipo de cruzamento. Assim em cruzamentos recíprocos, como um cruzamento entre uma cavalo e uma jumenta e entre um jumento e uma égua, onde ora uma espécie assume o papel de pai, ora de mãe, a esterilidade varia dependendo de qual variedade assume o papel de macho e de fêmea. Esses casos são de grande importância, por demonstrarem que a capacidade de entrecruzamento de duas espécies é por vezes inteiramente independente de sua afinidade sistemática, ou de qualquer diferença reconhecível em seu organismo. Por outro lado, esses casos mostram que a capacidade de entrecruzamento está relacionada com diferenças constitucionais que nos são imperceptíveis, restringindo-se, segundo Darwin, somente ao sistema reprodutor.

Esta diferença nos resultados recíprocos entre duas mesmas espécies já foi longo tempo

observada por Kölreuter. Cito um exemplo: a *Mirabilis jalappa* pode ser facilmente fecundada pelo pólen da *M. longiflora*, e os híbridos assim produzidos são suficientemente fecundos; Kölreuter, porém, tentou mais de duzentas vezes, durante oito anos seguidos, inverter os fatores, fecundando a *M. longiflora* com pólen da *M. jalappa*, fracassando em todas as suas tentativas (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 217).

A predominância de uma espécie sobre a outra pode acarretar em esterilidade, pois certos híbridos, ao invés de apresentarem, como seria normal, conformação e aspecto intermediário entre seus progenitores, sempre se parecem mais com um dos dois. Todavia, embora externamente tão semelhantes ao pai ou à mãe, via de regra são extremamente estéreis:

Acresce dizer que entre os híbridos cuja conformação geralmente constitui um meio-termo entre as de seus dois genitores, excepcionalmente surgem indivíduos anormais cujo aspecto lembra apenas o pai, ou apenas a mãe. Tais híbridos quase sempre são completamente estéreis, independentemente do fato de que os outros híbridos nascidos das sementes da mesma cápsula possuam grau de fertilidade. Tais fatos mostram como a fecundidade depende inteiramente da semelhança externa do híbrido com um de seus ancestrais puros (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 218).

Darwin também considera que possam existir diferenças inatas entre os indivíduos da mesma espécie que confirmam a esterilidade, e isso também se refere a enxertia do mesmo modo que nos cruzamentos recíprocos, onde nem sempre se consegue obter com idêntica facilidade a união mútua entre duas espécies, como é o caso da groselha-verde que não pode ser enxertada na

groselha-comum, enquanto que esta, embora com dificuldade, pode ser enxertada naquela (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 219).

De modo geral Darwin assume que a esterilidade pode variar de maneira inata nos indivíduos da mesma espécie, daí os diferentes efeitos observados em cruzamentos recíprocos; a esterilidade não corresponde à afinidade sistemática e pode ser influenciada pelas condições do meio que afetam principalmente os órgãos reprodutores. Para Darwin a incapacidade de enxertia de determinadas árvores corresponde à incapacidade de produção de embriões por determinadas espécies que se apresentam estéreis por esse motivo.

5.2 As características dos híbridos

A genética moderna nasceu de estudos de cruzamentos de progenitores diferentes e do estudo das características das sucessivas gerações de híbridos. É curioso procurar notar o conhecimento que Darwin possui sobre isso e como ele pode explicar os fatos que lhe são conhecidos.

Na penúltima seção do capítulo VIII da *Origem*, Darwin estuda as características dos híbridos e dos mestiços⁵.

... As semelhanças entre os mestiços e os híbridos com relação a seus respectivos progenitores - mais especialmente no caso dos híbridos produzidos a partir de espécies muito próximas - de acordo com Gärtner, seguem as mesmas leis. Quando se cruzam duas espécies, uma delas eventualmente apresenta a capacidade de predominar sobre a outra, imprimindo sua aparência no híbrido resultante; penso que o mesmo se dá com as variedades vegetais. Com os

⁵ A diferença entre híbridos e mestiços, aqui, é que os híbridos são considerados como o resultado de cruzamentos de espécies diferentes, enquanto que os mestiços resultam do cruzamento de variedades diferentes. Em outros pontos, Darwin não utiliza tal distinção, chamando indiferentemente de "híbridos" os dois casos.

animais, uma determinada variedade por vezes manifesta esta predominância. Os vegetais híbridos resultantes de cruzamentos recíprocos, em geral, se assemelham bastante uns com os outros, da mesma forma que ocorre com os mestiços resultantes de cruzamentos recíprocos. Tanto os híbridos como os mestiços podem reassumir as características dos genitores, através de cruzamentos repetidos com uma das espécies puras originais, durante sucessivas gerações (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 227).

Embora a regra geral, para Darwin, seja que o híbrido ou mestiço seja intermediário entre os progenitores, ele reconhece que há casos de "predominância" de um dos progenitores. Às vezes, essa predominância parece ser uma característica do animal como um todo: assim, Darwin afirma que o jumento predomina sobre o cavalo, pois o híbrido se assemelha mais ao jumento. Em outros casos, a idéia de predominância é aplicada por Darwin a certas características especiais, como o albinismo, o melanismo, a ausência de cauda ou de chifres e a presença de dedos extranumerários.

A homogeneidade da primeira geração de híbridos ou mestiços e a heterogeneidade das gerações seguintes é conhecida por Darwin, que usa esse fato para recusar a possibilidade de formação de novas espécies por cruzamentos de espécies diferentes:

Os descendentes do primeiro cruzamento entre duas raças puras são sofrivelmente uniformes, senão inteiramente, conforme verifiquei com os pombos, e tudo parece estar resolvido da maneira mais simples. Mas quando se entrecruzam esses mestiços durante diversas gerações seguidas, dificilmente encontraremos dois que sejam semelhantes; é então que se manifesta a extrema dificuldade dessa tarefa, senão mesmo sua completa inutilidade (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 55).

Há certas regularidades apontadas por Darwin. Ele afirma que a primeira geração de híbridos é mais homogênea do que a primeira geração de mestiços (ou de híbridos provenientes de espécies muito próximas) e atribui isso à própria variabilidade das variedades cruzadas (no caso dos mestiços), que são comumente variedades domésticas altamente variáveis. Nas gerações sucessivas, Darwin também acredita que há maior homogeneidade no caso dos híbridos do que no caso dos mestiços. Ele comenta:

Merece atenção o curioso fato do pequeno grau de variabilidade dos híbridos oriundos de primeiros cruzamentos ou de primeira geração, em contraposição à extrema variabilidade que se manifesta nas gerações subsequentes, pois isto vem confirmar e corroborar minha idéia sobre a causa da variabilidade ordinária, isto é, a que se deve ao fato de ser o sistema reprodutor extremamente sensível a qualquer alteração nas condições de vida, o que eventualmente pode torná-lo impotente, ou pelo menos incapaz de realizar sua função específica, qual seja a de produzir descendência idêntica à de seus genitores. Ora, os híbridos de primeira geração, salvo no caso daqueles produzidos a partir de formas cultivadas há longo tempo, descendem de espécies cujos sistemas reprodutores ainda não foram afetados; por isto, não são variáveis, embora eles próprios [os híbridos] tenham seus sistemas reprodutores seriamente afetados, e seus descendentes sejam altamente variáveis (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 226-7).

A explicação proposta por Darwin para a heterogeneidade das gerações seguintes é, portanto, completamente diferente da atual. Ele associa essa heterogeneidade a uma falha estrutural do sistema reprodutivo e a considera como sendo da mesma natureza que a

variabilidade das raças domésticas.

6 COMPARAÇÃO DOS FENÔMENOS E DAS LEIS GERAIS DE HERANÇA ENTRE A "VARIACÃO" E A "ORIGEM"

Como vimos até agora, no livro *Origem das espécies* Darwin propõe que as espécies evoluem a partir de um ancestral comum, sendo que as variações favoráveis a uma espécie ou variedade são selecionadas e acumuladas. Para isso Darwin precisa pressupor que existam variações e que elas são herdadas. Ele descreve alguns fenômenos ligados a variação e à seleção desta e assume algumas leis gerais de herança, porém não as explica de modo sistemático nessa obra. Já na *Variação* Darwin propõe uma hipótese de herança onde tenta explicar como atuam as diversas leis consideradas por ele como essenciais para o fenômeno da hereditariedade. Além disso apresenta alguns fenômenos que se referem à questão em estudo.

Para abordar a evolução, Darwin discute de modo bastante cuidadoso a variabilidade e suas propriedades; assim, na *Origem* Darwin coloca de modo sistemático as causas da variabilidade, destacando a influência do meio e sua ação no sistema reprodutor, bem como a característica inata à variação apresentada por determinados indivíduos. Esses fenômenos não são discutidos dessa forma na *Variação*. Nesta obra Darwin assume a existência das variações sem discutir suas causas, porém tenta explicar como elas são mantidas, ou seja, como elas são herdadas. A hipótese da pangênese, com vimos, é uma hipótese muito ampla - compreende não só a herança, mas também o crescimento, os processos de reprodução e de regeneração, etc. - mas não abrange o processo de variação.

Outro aspecto que também não se encontra na *Variação*, mas que é abordado na *Origem* é a questão da correlação de características, onde uma variação pode acarretar em outras variações independentes do meio. Já o fenômeno de uso e desuso é discutido em ambas obras, bem como a reprodução sexual e assexual. A esse respeito Darwin não faz muita distinção entre os dois tipos de reprodução atribuindo a ambas uma possível produção de variação.

O aspecto que apresenta maiores diferenças entre as duas obras é a questão do hibridismo e da esterilidade. Na *Origem das espécies* Darwin refere-se à esterilidade do híbrido como um acidente ligado a outras diferenças, estabelece suas causas e propõe algumas leis. Ele considera que a incapacidade de enxertia de alguns vegetais corresponde a incapacidade de produção de embriões, ou seja, tanto em reproduções assexuada como em reproduções sexuadas a causa da esterilidade é a mesma. Na *Variação* Darwin discute a hibridação por enxertos (mais detalhado na segunda edição) sem se referir a sua esterilidade.

Quanto às leis gerais de herança referidas na *Origem*, também são tratadas na *Variação*, porém de modo mais detalhado nesta última. Existe, porém, uma diferença fundamental no que se refere a herança de caracteres adquiridos; na *Origem* Darwin afirma que as variações adquiridas só são incorporadas às gerações seguintes se os indivíduos que as portam forem submetidos, ao longo de muitas gerações, à condição adversa do meio que a produziu. Já na *Variação* segundo a hipótese da pangênese uma modificação ocorrida em uma geração pode se manifestar na geração seguinte.

Na *Origem* Darwin apresenta as leis da esterilidade que não são tratadas na *Variação*.

6.1 Importância das leis de herança na *Origem das espécies*

Verificaremos nessa seção quais são os aspectos do argumento geral de Darwin que dependem dos aspectos da hereditariedade.

a) A importância do atavismo ou regressão para explicar o surgimento de novas espécies.

Em vários casos, na *Origem das espécies*, Darwin utiliza a noção da regressão ou atavismo para fundamentar certas evidências favoráveis à teoria da seleção natural. Por exemplo, ao discutir a origem dos pombos domésticos, no primeiro capítulo da *Origem*, Darwin elabora um longo argumento em que procura mostrar que todas as raças atualmente conhecidas descendem de uma única espécie selvagem: a *Columba livia* ou pombo de rocha comum. Uma das mais

importantes evidências dessa descendência é o reaparecimento de características semelhantes às da *Columba livia* nas raças domésticas conhecidas:

Quanto aos pombos, entretanto, verifica-se um outro caso: o surgimento ocasional, em todas as raças de indivíduos cinza-azulados, com duas faixas negras nas asas, dorso branco, listra escura na ponta da cauda e penas orladas externamente de pombos-das-rochas, antepassado dos pombos domésticos, penso que ninguém duvidará de que se trate de um caso de regressão em todas as raças de pombos. Acho que podemos chegar seguramente a esta conclusão, uma vez que, conforme vimos, tais sinais aparecem freqüentemente nos mestiços de duas raças de cores diferentes, e neste caso nada existe nas condições externas de vida que possa causar o reaparecimento da coloração cinza-azulada e das diversas faixas e listras, mas isso seria tão-somente uma consequência da atuação das leis de hereditariedade (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 153).

Sem a suposição de que existe a possibilidade de reversão ou atavismo como um fenômeno de hereditariedade, esses fenômenos seriam considerados como simples acasos. Para que se tornem uma evidência favorável à teoria de Darwin, é necessário aceitar a "lei" do atavismo. O mesmo se aplica a outros casos, como o das listras que aparecem em vários eqüinos, semelhantes às da zebra, e que mostram também essa descendência comum se o atavismo for aceito como uma das leis da hereditariedade.

b) Importância do uso/desuso e da herança em idades correspondentes para explicar o surgimento de novas espécies:

O desuso, auxiliado eventualmente pela seleção

natural, tenderá por vezes a reduzir um órgão, desde que este se torne inútil para os novos hábitos adquiridos, ou sob novas condições de vida, e isto nos permite compreender claramente o significado dos órgãos rudimentares. Mas o desuso e a seleção, geralmente, agirão sobre cada criatura quando em seu estado adulto, tendo de desempenhar o papel que efetivamente lhe cabe na luta pela existência. Daí sua pequena influência sobre os órgãos durante as primeiras fases da existência dos seres, quando não se observará a redução dos órgãos ou sua transformação num órgão rudimentar. As vitelas, por exemplo, herdaram dentes que jamais rompem as gengivas superiores, mas que deveriam ter sido completamente desenvolvidos e funcionais num antigo ancestral, donde poderemos crer que os dentes no animal adulto foram sendo reduzidos progressivamente durante muitas gerações sucessivas, pelo desuso ou em razão de terem sido adaptados a língua e o céu-da-boca para o ato de pastar, dispensando-se a juba dos dentes superiores. Foi por isso que, na vitela, os dentes não foram afetados pela seleção ou pelo desuso - entrou em ação o princípio de hereditariedade em idades correspondentes. À luz da teoria da criação especial de cada ser organizado e de cada órgão isolado, quão inesplicável se torna o fato de que certas partes - e temos neste caso os dentes nos embriões dos bovinos ou nas asas sanfonadas encerradas em élitros soldados ao corpo, como se vêem em certos besouros - tragam com tanta freqüência a marca ostensiva da inutilidade! Pode-se dizer que a natureza se teria empenhado em revelar, por meio dos órgãos rudimentares e das estruturas homólogas, seu esquema de

modificações, cuja compreensão parecemos obstinadamente não aceitar (DARWIN, Origem das espécies, p. 360).

Neste e em outros casos, certos fatos (os dentes rudimentares das vitelas) se tornam compreensíveis e adicionam evidências favoráveis à teoria de Darwin sobre a origem das espécies apenas se a lei de herança em idades correspondentes for aceita. É, portanto, uma lei fundamental no esquema explicativo de Darwin. Sem ela, não se poderia compreender como esses dentes não desapareceram.

c) Outros exemplos

Ao longo do presente capítulo foram mostrados outros casos em que as leis de herança são aplicadas por Darwin - por exemplo, para a explicação do desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, por seleção sexual, que só pode ser compreendida pela "lei" da herança ligada ao sexo.

... se o homem pôde, em curto espaço de tempo, dotar os garnisés de seu porte elegante e belo, de acordo com o padrão de beleza criado por nós, não vejo nenhuma boa razão para duvidar de que as fêmeas aladas, selecionando durante milhares de gerações os machos mais belos e de canto mais melodioso, também não pudessem produzir um efeito marcante sobre sua espécie. Tenho grandes suspeitas de que algumas leis bem conhecidas referentes às plumagens dos pássaros de ambos sexos, em comparação com a plumagem dos filhotes, podem ser explicadas com base nas modificações causadas principalmente pela seleção sexual, agindo na ocasião em que os machos atingem a idade de se reproduzirem, ou por ocasião da época de acasalamento. as modificações assim produzidas seriam herdadas pelos descendentes naquelas mesmas idades ou ocasiões, seja pelos machos, seja pelos

indivíduos de ambos sexos (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 105).

Quando se lê a *Origem das espécies* tendo em mente a busca de aspectos ligados à hereditariedade, quase todos os capítulos indicam abundantes exemplos de fatos que só se tornam significativos se forem aceitas as concepções de Darwin sobre herança. Seria extremamente difícil fazer um inventário completo desses fatos.

6.2 A explicação das leis da herança e da variação

Para entender a evolução temos que aceitar que as características e suas variações produzidas pelo meio tendem a ser herdadas, algumas em idades correspondentes, outras reaparecendo após muitas gerações, outras ainda podendo só aparecer em um dos sexos. Todas essas leis se enquadram na idéia de evolução a partir de um ancestral comum, principalmente o atavismo. Porém será que o entendimento de como atuam essas leis é importante para o esclarecimento da evolução? Ou qualquer que for a explicação dada às leis, ela será aceitável, contanto que explique que as variações, uma vez surgidas serão herdadas?

É importante deixar bem claro que há diferentes níveis de explicação, em qualquer teoria. Nenhum sistema explicativo é completo, pois sempre se pode perguntar pela explicação da explicação. Na *Origem*, Darwin parou em um certo nível: utilizou certas "leis" da hereditariedade para explicar os processos de evolução e as suas evidências; mas não explicou as próprias leis. Na *Variação*, Darwin propõe a hipótese da pangênese para explicar as próprias leis. Mas essa hipótese nunca aparece nas edições da *Origem* publicadas após a *Variação*. Essa explicação é importante, ou não? Por que não foi incorporada às últimas edições da *Origem*?

Para tentar responder a essas perguntas primeiramente temos que verificar como a explicação oferecida pela hipótese da pangênese pode ou não esclarecer as leis de herança que estão envolvidas na teoria de evolução por seleção natural.

A teoria de evolução de Darwin tem como base a herança de caracteres adquiridos e a natureza plástica interna de cada indivíduo, ou seja, as variações que surgem de forma não dirigida pelo meio.

Sob o ponto de vista da pangênese, uma mudança nas condições de vida poderia provocar uma mudança de estrutura no organismo; essa estrutura modificada produziria gêmulas modificadas que iriam se agrupar nos sistemas reprodutivos, daí a ação das mudanças de vida sobre o sistema reprodutivo. Essa modificação passaria à geração seguinte. Porém o que Darwin discute na *Origem* é que os indivíduos devam ser expostos durante muitas gerações a novas condições de vida para que neles se produza uma soma apreciável de modificações, e que o organismo, desde que iniciou seu processo de variação, geralmente continua a variar durante muitas gerações seguidas:

Só podemos dizer, com base nas nossas observações, que esta soma foi considerável, e que as modificações podem ser herdadas durante longos períodos de tempo. Desde que as condições de vida permaneçam inalteradas, temos razões para acreditar que uma modificação que esteja sendo herdada há muitas gerações deva continuar sendo herdada por um número incalculável de gerações subsequentes. Por outro lado, há evidências de que a variabilidade, desde que deflagrada, nunca mais cessará por completo, pois novas variedades ainda continuam sendo ocasionalmente produzidas por nossas produções domésticas que apresentam maior tempo de domesticação (DARWIN, *Origem das espécies*, p. 351-2).

Portanto, parece que a pangênese não poderia explicar como uma mudança no meio pode provocar uma variabilidade do modo como foi colocado na *Origem*.

Quanto a outras leis podemos verificar o seguinte:

Segundo a pangênese se uma modificação ocorresse antes dos órgãos reprodutivos estarem ativos, provavelmente ambos os sexos herdariam tal modificação, porém se fosse uma modificação tardia, ocorrida depois da puberdade, por exemplo; as gêmulas modificadas também conteriam uma "informação" sobre a atividade dos órgãos sexuais do indivíduo em questão, e então só iriam se reunir com gêmulas que tivessem a mesma "marca sexual", o que acarreta numa herança ligada ao sexo, explicando o aparecimento de características sexuais secundárias e a seleção sexual.

As modificações provocadas em determinadas idades, como algumas doenças por exemplo, produziriam gêmulas com tal modificação e também conteriam a "informação" da idade de manifestação, ou seja, a herança em épocas correspondentes.

Assim, pela pangênese, Darwin consegue explicar algumas das leis gerais que regulam tanto o crescimento como a geração e que estão intimamente envolvidas com a teoria de evolução pela seleção natural; contudo Darwin não consegue esclarecer como surgem as variações que são provocadas pelo meio, uma vez que necessitam de várias gerações para se estabelecerem. As variações não poderiam ser atribuídas às gêmulas dormentes que tão bem esclarecem o caso de ativismo, pois estas deveriam existir em algum antepassado por mais remoto que fosse, mas no caso trata-se de uma variação nova. A pangênese também não consegue esclarecer a herança de instintos pois, segundo o que foi colocado por Darwin, não podemos detectar uma base material para o instinto, ou seja, é muito difícil pensar em gêmulas referente a instintos⁶.

É curioso que Darwin nem mesmo tenha tentado explicar pela hipótese da pangênese esses aspectos que tanta importância possuem na Origem. No caso dos instintos, ele nem parece ter percebido que havia aí uma dificuldade importante. No caso da variabilidade, talvez Darwin pudesse se justificar da seguinte maneira: como a variabilidade é um fenômeno pelo qual a hereditariedade é violada, ela precisaria ser explicada através de uma hipótese diferente da que explica a própria hereditariedade. Surge, daí, uma separação

⁶ Essa foi uma das críticas feita por Aristóteles à idéia de pangênese colocada no capítulo 1.

entre os dois tipos de fenômenos. Mas tal resposta não é muito satisfatória, já que aquilo que é produzido pela variabilidade se incorpora depois nos descendentes. Não são, portanto, dois fenômenos totalmente independentes e é necessário compreendê-los em seu conjunto e mútuas relações.

Como vimos, alguns aspectos ligados a teoria da evolução podem ser explicados pela pangênese e outros não. Parece que a explicação das leis de herança não importa para a compreensão da evolução. O que Darwin faz é assumir que existem leis que regulam a herança e o crescimento, qualquer explicação que se lhes associe: mudança do meio -> ação no sistema reprodutivo -> produção de variação -> herança da variação proveitosa. Desde que essas leis sejam aceitas, qualquer que seja a explicação dada, a teoria da origem das espécies pode ser aceita, pois a explicação das leis não interfere com a questão da evolução. A aceitação dessas leis, isso sim, é essencial para a aceitação da teoria da evolução de Darwin - e por isso, quando Weissmann mostra que não existe a herança de caracteres adquiridos, isso é considerado um duro golpe à teoria de evolução darwiniana. Mas a rejeição da hipótese da pangênese, em si, não leva necessariamente à rejeição das leis que ela procura explicar.

Talvez por isso Darwin não tenha incorporado a pangênese nas edições posteriores da Origem. Se ele vinculasse estreitamente a hipótese da pangênese à teoria de evolução, ambas teriam que ser aceitas ou rejeitadas em conjunto. Essa não teria sido uma boa estratégia.

No entanto, não se compreende mesmo assim por que ele utiliza quase a mesma frase, da primeira à última edição:

As leis que regulam a hereditariedade são em sua maior parte desconhecidas. Ninguém pode dizer por que uma mesma peculiaridade em diversos indivíduos da mesma espécie ou em espécies diferentes seja algumas vezes herdada e algumas vezes não; ou por que a criança muitas vezes reverte em certas características a seu avô ou avó, senão mesmo a um ancestral mais remoto; ou

por que uma peculiaridade muitas vezes se transmite de um sexo para ambos, ou então para um sexo só, geralmente mas não exclusivamente o de mesmo sexo (DARWIN, The origin of species, 8th. ed., p. 10).

Apesar de todas as suas investigações que constam da *Variação*, Darwin mantém suas dúvidas até o fim? Ou se trata apenas de um elemento retórico? Os motivos pessoais de Darwin escapam ao alcance da presente investigação. Seria possível, no entanto, procurar esclarecer esses pontos através da análise de documentos como sua correspondência pessoal e autobiografia.

7 RESUMO

Este capítulo analisou as leis de herança que se encontram na *Origem das espécies* e a importância de sua explicação para o entendimento da teoria de evolução darwiniana.

Nessa teoria, Darwin pressupõe que haja variabilidade entre os indivíduos provenientes dos mesmos ancestrais, pois isso é essencial para o surgimento de diferenças que serão selecionadas e que levarão a uma espécie nova.

Darwin discute várias causas da variabilidade. Dentre elas, a mais importante é a modificação do meio ambiente que, agindo sobre o sistema reprodutivo, provoca o surgimento de variações. Se ao longo de várias gerações os indivíduos de uma determinada população forem submetidos às mesmas condições do meio, tal variação é incorporada e herdada.

Algumas leis que regulam essa herança são importantes para a compreensão da evolução, como a lei de regressão ou atavismo, a lei de herança em idades correspondentes, a herança ligada ao sexo e a lei do uso e desuso. Sem essas leis, fenômenos como o reaparecimento de características que pertenceram ao suposto ancestral poderiam parecer mero acaso; da mesma forma, o fato de alguns indivíduos apresentarem órgãos rudimentares que tiveram

serventia aos ancestrais remotos ficaria inexplicado.

A existência dessas leis é necessária para a compreensão da evolução, mas suas explicações através da hipótese da pangênese não interferem no entendimento da teoria em questão.

Na obra *Variação Darwin* propõe uma hipótese de herança na qual explica várias das leis descritas na *Origem*, como o atavismo, a herança ligada ao sexo, a herança em idades correspondentes e a herança de caracteres adquiridos. Entretanto, a hipótese da pangênese não consegue e nem tenta explicar a herança de instintos, que é tratada na *Origem*.

Na *Variação Darwin* não discute também a variabilidade e suas propriedades, mas apenas como as variações podem ser transmitidas às gerações seguintes. Ele não dispõe, portanto, de uma hipótese explicativa capaz de dar conta de todos os elementos que são necessários para a compreensão dos fenômenos de variabilidade, que são essenciais para sua teoria de evolução.

CAPÍTULO 8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciar este trabalho foi mais fácil do que concluí-lo. Tenho que confessar que isto que denomino de "considerações finais" não tem fim. Sempre há o que melhorar, o que acrescentar, a cada releitura um novo detalhe aflora. Contudo, temos que finalizar e até concluir algo, como se tivéssemos que parar o tempo e tirar uma fotografia daquele momento; mas a história continua...

A história da herança biológica - hoje a história do gene, se quisermos assim chamar - talvez ainda proporcione a futuros historiadores da ciência muitas interpretações inusitadas e até engraçadas. A graça de ser [a interpretação] tão diferente e ao mesmo tempo, se bem contextualizada, tão verdadeira.

Foi isso que senti quando li, reli, traduzi e analizei as obras referidas neste trabalho.

As idéias de herança estão intimamente relacionadas com a história do sêmen e do processo de reprodução.

A mistura de sêmens masculinos e femininos parece ter sido a explicação mais óbvia atribuída na Antiguidade à mistura das características paternas e maternas que são encontradas na prole. Assim, se um filho se parece tanto com o pai como com a mãe seria porque as sementes de seus pais se misturaram, como se misturam os diferentes líquidos em um suco de frutas. Além disso, a mistura é necessária pois as sementes isoladas não se desenvolvem em novos organismos - é necessária a contribuição dos dois sexos.

Porém, como vimos, houve os que não aceitavam essa mistura, pois somente o macho produz sêmen, e isso é facilmente observável (ou quase facilmente observável) enquanto que a fêmea não produz nenhum tipo de sêmen; seu papel na geração seria contribuir com a matéria, com o alimento, pois é ela que gera o novo ser. Nesse caso, é o macho que, fornecendo a alma, a essência vital e a causa formal, determina as características da prole - a menos que o poder de seu sêmen seja perturbado e essas características sejam trocadas pelas da fêmea.

Mas o ovo é produzido pela galinha sem a influência do galo,

este apenas o torna fértil. Talvez a fêmea seja tão ou mais importante que o macho neste caso. Ela proporciona o ovo que é potencialmente um ser vivo, o galo apenas lhe dá o poder de se desenvolver. Nesse caso, se o novo ser já está preformado no ovo antes da fecundação, como pode o sêmen do macho alterar esse embrião e lhe transmitir características paternas?

E a discussão continua: macho ou fêmea? Ou ambos?

Quanto a natureza do sêmen vimos que a idéia de que ele [o sêmen] era constituído de pequenas partes que provêm do corpo todo, um tipo de extrato desse corpo, é bem antiga, tendo sido incorporada por vários autores ao longo da história; porém poucos conseguiram especular sobre como seria a reunião e posterior distribuição dessas partículas durante a geração do novo ser.

Foi proposta outra natureza para o sêmen, onde um corpo todo em miniatura se encontrava, ora no espermatozóide, ora no óvulo. Era o fenômeno do preformismo.

A todas essas interpretações de como seria o sêmen e como ele agiria na concepção segue-se uma explicação de como um semelhante, via de regra, produz outro semelhante. Foi analisando essas diferentes explicações, principalmente aquela oferecida por Charles Darwin em sua hipótese da pangênese que este trabalho foi escrito.

Nesse percurso foi possível constatar que a idéia da pangênese, apesar de não ser original, no que se refere à natureza do sêmen, é a mais completa explicação existente na época de como esse sêmen atua, fazendo com que a prole se pareça com os progenitores inclusive nas características que foram adquiridas durante a vida. Assim, a hipótese da pangênese consegue explicar de modo razoável a herança de caracteres adquiridos, idéia aceita até o final do século XIX. Explica também o atavismo, a herança ligada ao sexo, e outras propriedades da herança, além de constituir uma visão unificada e abrangente de outros fenômenos, como o crescimento e a reprodução.

A hipótese da pangênese recebeu críticas, levando inclusive a testes experimentais bastante interessantes, com resultados negativos e desfavoráveis à hipótese. No entanto, não se pode dizer que tenha sido refutada conclusivamente, na época.

Ao descrever a hipótese da pangênese, Darwin fornece a

explicação de diversas leis de herança que ele assume em sua obra *Origem das espécies*. Nesta obra, para entendermos o processo de evolução pela seleção natural proposto por Darwin, temos que assumir a existência dessas diversas leis de heranças, juntamente com o fenômeno de variação. A variação, no entanto, não é explicada nem explicável pelo mecanismo da pangênese de Darwin.

Finalmente, pode-se considerar, por tudo aqui exposto, que a explicação das leis de herança, leis essas que aparecem na *Origem das espécies*, não é um fator importante para aceitarmos a teoria darwiniana da evolução, porém a existência dessas leis, sejam quais forem suas explicações - uma vez que associem que as mudanças do meio de vida provocam variações que são herdadas, bem como as propriedades específicas da variação e da herança - é fundamental para aceitarmos a teoria da evolução de Darwin. O presente estudo, abordando os antecedentes e o desenvolvimento das idéias de Darwin a respeito da herança, aborda portanto um aspecto essencial mas até hoje não explorado da teoria darwiniana da seleção natural.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ARISTÓTELES. *On the generation of animals*. Trad. Arthur Platt. In: HUTCHINS, R. M. (ed). *Great Books of the Western World*. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952, v. 9, p. 255-331.
- 2 BEALE, L. S. Pangenesis. *Nature*, 4: 25-6, 1871.
- 3 BONNET, C. *Considérations sur les corps organisés*. Paris, Fayard, 1985.
- 4 BUFFON, G. L. L. Conde de. *Histoire générale des animaux*, v. 1. In: *Ouvres complète de Buffon et la classification de Cuvier*, Paris, Garnier, 12 vol. 1853.
- 5 DARWIN, C. *The variation of animals and plants under domestication*. London, John Murray, 1868.
- 6 ————. Pangenesis. *Nature*, 3: 502, 1871.
- 7 ————. *The variation of animals and plants under domestication*. London, John Murray, 1875.
- 8 ————. *A origem do homem e a seleção sexual*. São Paulo, Hermes, 1974.
- 9 ————. *A origem das espécies*. Trad. Eugenio Amado. São Paulo, Editora da USP e Editora Itatiaia, 1985.
- 10 DESCARTES, R. *La description du corps humain*. In: *Oeuvres de Descartes*. Ed. Charles Adam & Paul Tannery. Paris, J. Vrin, 1967. vol. XI, p. 217-90.
- 11 FABRICIUS, H. de Aquapendente. *The embriological treatise: The formation of the egg and of the chick*. Howard B. Adelman (ed.). Ithaca, New York, Cornell University Press, 1942.
- 12 FIGUEIREDO, A. P. *Bíblia Sagrada*. Lisboa, Empresa de História de Portugal, vol. 2, 1902.
- 13 GALENO, *L'utilità delle parti*. In: *Opere scelte*. Trad. Ivan Garofado & Mario Vegetti. Torino, Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1978.
- 14 GALTON, F. *Experiments in Pangenesis*. *Proceedings of the Royal Society of London*, 19: 393-411, 1871a.
- 15 ————. Pangenesis. *Nature*, 4: 5, 1871b.
- 16 ————. *Herencia y eugenesia*. Trad. Raquel Alvarez Peláez. Madrid, Alianza, 1988.

- 17 HARVEY, W. *Anatomical exercises on the generation of animals*. In: HUTCHINS, R. M. (ed). *Great Books of the Western World*. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952, v. 28, p. 329-496.
- 18 —————. *The works of William Harvey*. Trad. Robert Willis. London, Sydenham Society, 1847.
- 19 HIPPOCRATE. *De la génération. De la nature de l'enfant. Des maladies IV. Du foetus de huit mois*. Ed. e trad. Robert Joly. Paris, Belles Lettres, 1970.
- 20 LAWS OF MANU. In: MÜLLER, F. Max (ed). *Sacred books of the East*. Trad. G. Buhler, vol. 25. Delhi, Motilal Banarsidass, 1984.
- 21 MAUPERTUIS, P. L. M. de. *Vénus physique: suivie de la lettre sur le progrès des sciences*. Paris, Collection Palimpseste, Aubier Montaigne, 1980.
- 22 MAYR, E. *The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance*. London, The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- 23 PANGENESIS. In: *The Oxford English dictionary*, Oxford, Clarendon, 1933, v. 7, p. 422.
- 24 PAPAVERO, N. *Introdução histórica à Biologia comparada com especial referência à biogeografia*, v. II. Rio de Janeiro, Ed. Universitária Santa Úrsula, 1989.
- 25 PARACELSUS. *Selected writings*. Trad. Norbert Guterman, ed. Jolande Jacobi, Princeton, Princeton University, 1973.
- 26 RIDLEY, M. *The Darwin reader*. London, W.W Norton & Company, 1987.
- 27 SÃO TOMÁS DE AQUINO. *Summa theologica*. In: HUTCHINS, R. M. (ed). *Great Books of the Western World*. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952, v. 19.
- 28 SPENCER, H. *Principles of Biology*, 2 vols. In: *The works Herbert Spencer*, 21 vols. Osnabrück, Otto Zeller, 1966-67, vols 2-3.
- 29 STUBBE, H. *History of Genetics - from prehistoric times to the rediscovery of Mendel's laws*. Trad. T. R. W. Walters. Cambridge, MA, Massachusetts Institute of Technology, 1972.
- 30 THIJSSSEN, J. M. *Twins as monsters: Albertus Magnus's theory of the generation of twins and its philosophical context*. *Bulletin of the History of Medicine*, 61: 237-246, 1987.
- 31 ZIRKLE, C. *The inheritance of acquired caracteres and the*

provisional hypothesis of pangenesis. *American Naturalist*,
69: 417-45, 1935.

32 —————. Further notes on Pangenesis and inheritance of
acquired characteres. *American Naturalist*, 70: 529-46, 1936.

33 —————. The early history of idea of inheritance of
acquired characteres and Pangenesis. *Transaction of the
American Philosophical Society*, 35: 91-151, 1946.