

Este arquivo contém o texto completo do seguinte trabalho:

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Aristóteles e a geração espontânea. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* [série 2] 2 (2): 213-37, 1990.

Este arquivo foi copiado da biblioteca eletrônica do Grupo de História e Teoria da Ciência <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/>> da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), do seguinte endereço eletrônico (URL):

<<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/lacpm-02.pdf>>

Esta cópia eletrônica do trabalho acima mencionado está sendo fornecida para uso individual, para fins de pesquisa. É proibida a reprodução e fornecimento de cópias a outras pessoas. Os direitos autorais permanecem sob propriedade dos autores e das editoras das publicações originais.

This file contains the full text of the following paper:

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Aristóteles e a geração espontânea. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* [série 2] 2 (2): 213-37, 1990.

This file was downloaded from the electronic library of the Group of History and Theory of Science <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/>> of the State University of Campinas (UNICAMP), Brazil, from following electronic address (URL):

<<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/lacpm-02.pdf>>

This electronic copy of the aforementioned work is hereby provided for exclusive individual research use. The reproduction and forwarding of copies to third parties is hereby forbidden. Copyright of this work belongs to the authors and publishers of the original publication.

CDD: 185

ARISTÓTELES E A GERAÇÃO ESPONTÂNEA

LILIAN A.C. PEREIRA MARTINS

Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência
Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6133
13081 Campinas SP - Brasil

Resumo: O presente trabalho estuda as idéias de Aristóteles a respeito do nascimento espontâneo (sem pais) de alguns tipos de animais, como por exemplo as enguias, as ostras e as moscas. A partir da análise de suas obras biológicas, é feita uma reconstrução de sua teoria sobre a geração espontânea e das observações em que se baseava. Após a descrição detalhada das idéias e argumentos de Aristóteles sobre a geração espontânea, discute-se a sua metodologia, indicando-se falhas metodológicas mas enfatizando-se a existência de muitos aspectos exemplares em sua pesquisa.

Palavras-chave: Aristóteles; geração espontânea; biologia, história da; "pneuma"; reprodução dos animais.

1 INTRODUÇÃO

A idéia de que alguns seres vivos poderiam ser formados a partir da matéria ambiente, sem a presença de pais (ou seja, gerados espontaneamente), é hoje considerada anti-científica. No entanto, até recentemente, ela era aceita por muitos naturalistas¹. Durante a Antigüidade, essa crença era bastante difundida e, em trabalhos referentes a esse período, Aristóteles é bastante citado. Muitas vezes, ele é criticado de maneira superficial, mas poucas vezes é estudado em detalhes.

Neste artigo serão analisados alguns textos de Aristóteles encontrados na *Geração dos animais* e *História dos animais*, estudando quais os casos de geração

¹ Autores como Félix Pouchet (1800-1876), Victor Meunier e H. Charlton Bastian (professor de anatomia patológica na Universidade de Londres, que publicou a partir de 1870 uma série de artigos descrevendo fatos favoráveis à geração espontânea (ver ROSTAND 1943). Para maiores detalhes acerca da geração espontânea ver MARTINS & MARTINS 1989.

espontânea que ele afirmou existirem e em que observações se fundamentou. As idéias de Aristóteles a esse respeito serão discutidas e seu método será avaliado².

É bastante difícil se encontrar trabalhos sobre Aristóteles, em relação ao assunto aqui tratado. Até mesmo um historiador da Biologia de renome como Jean Rostand, em um trabalho específico a respeito da história das idéias sobre geração espontânea, dedica pouquíssimas linhas³ a Aristóteles (Rostand 1943, p. 9 e 10). Embora esse assunto seja pouco estudado, é de suma importância, pois está relacionado à questão da própria natureza da vida.

2 A EXISTÊNCIA DA GERAÇÃO ESPONTÂNEA

Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que alguns animais eram gerados espontaneamente:

Em relação aos animais, alguns nascem de pais animais conforme seu tipo, enquanto outros crescem espontaneamente e não de uma linhagem semelhante; e desses exemplos de geração espontânea alguns provêm da matéria vegetal ou terra em putrefação, como é o caso de certo número de insetos, enquanto outros são gerados espontaneamente no interior de animais, a partir de secreções de seus diversos órgãos. (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 1, 539a 21-25)⁴

Em relação às plantas ele achava, de forma análoga, que algumas vinham de sementes e outras eram geradas espontaneamente, surgindo da decomposição da terra ou de algumas partes de outras plantas, sendo algumas produzidas sobre outras árvores, como o musgo. (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro I, cap. 1, 715b 25 - 716a 1).

²Alguns aspectos mais filosóficos do tema não serão trabalhados aqui, como por exemplo o próprio conceito de "espontâneo". Esse conceito é discutido na *Metafísica* de Aristóteles (livro VII, cap. 9, 1034a 8 - 1034b 19) e foi bastante explorado no artigo de BALME (1962).

³Para ser mais exata, Rostand dedica apenas treze linhas a Aristóteles, em um trabalho de 200 páginas. Uma busca sistemática nas edições retrospectivas da "Critical bibliography" publicada pela revista *ISIS* revelou menos de 15 artigos sobre a biologia de Aristóteles, em um período de quase 50 anos. Apenas poucos destes se referiam - e, mesmo assim, superficialmente - às idéias de Aristóteles sobre a geração espontânea. De um modo geral, a melhor fonte para este estudo foi a leitura de várias traduções comentadas das obras de Aristóteles.

⁴É importante indicar aqui que, nas referências e citações de Aristóteles, foi utilizada a numeração da edição de Bekker (Berlin, 1831). As traduções apresentadas foram baseadas principalmente nas versões inglesas publicadas pela Universidade de Oxford (edição de Smith e Ross), nas traduções inglesas da *Loeb Classical Library* e nas francesas de Pierre Louis e J. Tricot (ver *Lista bibliográfica*).

A idéia de que alguns seres eram gerados espontaneamente é também encontrada em Theophrastos de Eresos (372-287 a.C.), que foi o primeiro a conceber a noção de germes invisíveis (ou dificilmente visíveis) e que acreditava todas as grandes plantas serem geradas por sementes. Ao descrever os processos de geração dos vegetais, ele coloca:

Os modos pelos quais as árvores e as plantas em geral se originam são estes: crescimento espontâneo, crescimento por sementes, por uma raiz, ... (THEOPHRASTOS, *Enquiry into plants*, vol. 1, p. 105 - livro II, § 1).

Muitos séculos depois, Plínio, o Velho, aceitaria também a idéia da geração espontânea, dizendo que insetos alados se originavam da poeira, do fogo ou da neve, enquanto que as pulgas nasciam da carne animal (PLINIUS, *Natural history*, livro X, caps. 86-87; livro XI, caps. 36-43).

Nem todos os seres vivos, no entanto, eram concebidos por Aristóteles como podendo ser gerados espontaneamente, embora ele chegue a discutir a concepção de Anaximandro e outros de que mesmo os homens e os quadrúpedes teriam se originado do lodo (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 11, 762b 28 ss).

Segundo Aristóteles, eram gerados espontaneamente: alguns peixes como a tainha e enguia, os testáceos⁵, esponjas e determinados insetos. Em relação à geração das lesmas, ele tinha dúvidas (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 11, 762a 35-39). Entretanto, a maior parte dos animais era gerada sexualmente, como os animais vivíparos (cachorro, gato, elefante, foca, camelo, ovelha, hiena, lobo), ovíparos quadrúpedes (crocodilo, tartaruga do mar), serpentes, pássaros, peixes ovovíparos e ovíparos, moluscos (sépias, calamares, crustáceos) e muitos insetos, por exemplo.

Aristóteles sabia ainda que ratos eram gerados sexualmente e que a gestação das ratas produzia inúmeros filhotes (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro VI, cap. 37, 580b 10 - 581a 5) - embora, muitos séculos depois, a geração espontânea de ratos será afirmada por Van Helmont (1577-1644) (ROSTAND 1943, p. 13).

Não é apenas examinando caso por caso que Aristóteles determina quais os animais gerados espontaneamente e quais os que possuem pais. Ele distingue, no

⁵Aristóteles considerava quatro classes para os animais invertebrados: crustáceos, cefalópodes, insetos e testáceos (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro I, cap. 14, 720b, 3-5). A classe dos testáceos, que segundo ele era não copulativa, passando a existir por geração espontânea, compreendia a maioria dos animais que hoje estão colocados no filo *Mollusca* e no filo *Echinodermata*.

reino animal, diferentes classes, relacionadas às características de sua forma de reprodução⁶, sendo os vivíparos os mais perfeitos e os menos perfeitos aqueles gerados espontaneamente.

Classifica-os em ordem decrescente de perfeição (ver ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro II, cap. 1, especialmente 732a 24 – 733b 17). A primeira classe é a dos vivíparos⁷ animais mais perfeitos e quentes que produzem filhos perfeitos). A segunda classe é a dos ovovivíparos que não geram diretamente dentro de si mesmos animais perfeitos, gerando inicialmente um ovo que se desenvolve e se rompe dentro da fêmea (tubarão e outros peixes cartilagosos). Na terceira classe estão os ovíparos que produzem um ovo perfeito⁸. A quarta classe compõe-se de animais mais frios do que aqueles da terceira, os quais produzem um ovo imperfeito que cresce fora de seu corpo (crustáceos e cefalópodes, por exemplo)⁹. A quinta e mais fria classe dos animais que se reproduzem corresponde aos insetos que geram um *scolex*¹⁰ que, ao se desenvolver, transforma-se em algo semelhante a um ovo (crisálida ou pupa), a partir daí surgindo, por metamorfose, um animal adulto.

Essa noção aristotélica de *scolex* é muito interessante e reaparecerá mais adiante. Aristóteles baseou-se na seguinte observação: antes do surgimento de um inseto adulto, ele passa por um estágio de crisálida ou pupa no qual não cresce nem se move, sendo essa etapa, portanto, semelhante à fase do ovo dos ovíparos (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro II, cap. 1, 733b 10-17). Portanto,

⁶Na verdade, a forma de reprodução foi apenas um dos critérios utilizados por Aristóteles nas suas classificações. Ele leva também em conta as faculdades mais gerais dos seres vivos (nutrição e crescimento; sensibilidade; movimento; inteligência). O grau de calor e outras características. Ver OGLE, *Aristotle on the parts of animals*, pp. XXI-XXXIII.

⁷A classe dos vivíparos pertencem todos os animais cujos filhotes já são produzidos sob uma forma semelhante à dos pais, sem passar por estágios diferentes, como os homens, cavalos, gado em geral e certos animais marinhos como os delfins e cetáceos.

⁸Aristóteles caracteriza esses "ovos perfeitos" como sendo aqueles que não crescem após a postura. Entre os ovíparos estão os pássaros, alguns animais quadrúpedes como tartarugas e lagartos, assim como as cobras.

⁹Os ovos de crustáceos e de alguns outros animais depositados na água ou locais úmidos absorvem a umidade e crescem consideravelmente em tamanho, antes do nascimento do animal. Aristóteles considerava esses ovos imperfeitos, pois não eram auto-suficientes, necessitando absorver matéria do meio exterior para alimentar o embrião.

¹⁰Segundo Willian Ogle (*Aristotle on the parts of animals*, pp. XXVII-XXVIII), o *scolex* mencionado por Aristóteles podia ser de dois tipos, podendo ser como um ovo (embora Aristóteles não o chamasse assim) ou uma larva, que ele supunha vir da mãe, sem o ovo. Tal larva crescia algum tempo, depois "tornava-se um ovo", gerando seu casulo. A sua saída do envoltório protetor correspondia àquele do pintinho ou dos embriões de mamíferos de suas membranas fetais (ver PLATT 1965, livro III, cap. 8, 758b, nota 3).

aquilo que antecede o "ovo" é ainda mais primitivo do que o ovo, sendo de uma outra natureza: é o *scolex*.

Além desses animais que eram capazes de se reproduzir, Aristóteles apontava a existência da *geração espontânea* em alguns outros animais. Essa geração espontânea ocorreria com animais ainda inferiores aos insetos e mais parecidos com plantas (testáceos), embora pudesse também ocorrer no caso de alguns insetos, moluscos e até certos peixes.

3 O PNEUMA

Como um ser vivo poderia surgir sem pais? A possibilidade da geração espontânea está associada à própria noção de vida. E, em Aristóteles, a vida está intimamente associada ao *pneuma*, um componente dos animais de grande importância, não só no processo da geração espontânea, como em diversos outros, inclusive na própria geração sexuada.

A palavra *pneuma* pode ter vários significados: respiração, alento vital, vento, alma. Em Aristóteles, no entanto, esse termo adquire um significado peculiar e bastante claro. Para ele, o *pneuma* é algo que se encontra em todos os seres vivos no coração, no sangue e na "substância quente" que faz o sêmem ser generativo. Ele é o elemento intermediário entre o corpo e a alma e não a alma propriamente dita. A necessidade desse intermediário é clara em vários textos de Aristóteles:

Geração é a participação inicial da alma nutritiva, pelo intermédio da substância quente. (ARISTÓTELES, *Sobre a vida e a morte*, 479a 28). Todo movimento envolve três fatores: aquilo que origina o movimento, aquilo por meio do qual ele se origina e aquilo que é movido... Aqui, aquilo que move sem ser movido é o bem realizável, o que move e é movido ao mesmo tempo é a faculdade do apetite... enquanto aquilo que é movido é o animal. O instrumento que o apetite emprega para produzir o movimento não é mais psíquico e sim físico. (ARISTÓTELES, *Sobre a alma*, livro III, cap. 10, 433b 13-20).

O *pneuma* é algo material, porém de natureza muito especial. Segundo Aristóteles, o *pneuma* é uma substância análoga ao quinto e "mais nobre" elemento, do qual os corpos celestiais são feitos, o éter¹¹. *Pneuma* contém "calor

¹¹Em se tratando do éter e sua relação com a alma, eis uma citação atribuída a Hipócrates: "Aquilo que chamamos de 'quente' é, segundo penso, imortal, tem inteligência, vê, ouve e conhece tudo, tanto o presente quanto o passado... é, parece-me, o que os antigos chamam de éter" (HIPPOCRATE, *Oeuvres complètes*, vol. 8, p. 589, § 2). Uma excelente discussão sobre o conceito aristotélico de *pneuma* pode ser encontrada no Apêndice B da tradução da *Geração dos animais* por PECK 1963, pp. 576-93.

vital", um calor especial capaz de gerar, diferente daquele fogo, por exemplo. O Sol contém *pneuma*, daí seu poder generativo.

Ora, é verdade que a faculdade de todos os tipos de alma (*psyché*) parece ter conexão com uma matéria diferente e mais divina do que os (quatro) elementos. Assim como uma alma difere da outra em honra e desonra, da mesma forma difere a natureza da matéria correspondente. Todos possuem em seu sêmen aquilo que o faz ser generativo: quero dizer, o que é chamado de calor vital (*thermon*). Ele não é o fogo nem qualquer força semelhante, mas é o *pneuma* interno do sêmen, semelhante à espuma, sendo análogo ao elemento das estrelas. Portanto, enquanto o fogo não gera nenhum animal e não encontramos qualquer coisa viva formada em sólidos ou líquidos sob a influência do fogo, o calor do Sol e o dos animais os gera. Isso é verdade não apenas em relação ao calor que opera através do sêmen, mas qualquer outro resíduo de natureza animal também tem um princípio vital nele. Por essas considerações se torna claro que o calor nos animais nem é fogo nem se origina do fogo (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro II, cap. 3, 736b 30 - 737a 6).

Essas idéias também são encontradas em Theophrastos:

Ora, o calor natural aos corpos animados, sendo infundido em um número comparativamente grande de criaturas e de um modo bastante especial torna-se, em certo sentido, vivo e capaz de gerar criaturas semelhantes. Mais ainda o calor do Sol. Ele é capaz de criar animais e plantas. Na verdade ele é misturado com o ar (pois ocorre nele), mas em razão de sua gentileza e firmeza tem certa propriedade de gerar a vida; não é como o calor do fogo, duro e cáustico. Por essa razão sementes submetidas ao fogo não geram, mas as que são extremamente aquecidas pelo Sol geram e germinam (THEOPHRASTOS, *De Igne*, § 44, p. 28).

Utilizando-se a classificação de causas de Aristóteles (*Física*, livro 2, cap. 7), pode-se analisar quais são os quatro tipos de causas que geram um animal: sua causa final, material, eficiente e formal (ver a *Geração dos animais*, livro II, cap. 1).

A causa final mais distante da vida é a perfeição. Como a alma é melhor do que o corpo, os seres vivos são melhores do que os inanimados e essa é a causa final da vida. Além disso, as coisas eternas são melhores do que as não eternas; mas os seres terrestres não são eternos individualmente; porém, as *espécies* são eternas, graças à reprodução. Essa é, portanto, a causa final da reprodução: a eternização da espécie.

A causa material é a matéria a partir da qual o ser vivo nasce. Nos animais sexuais, a matéria é proporcionada pela fêmea. O macho é a causa eficiente, é aquilo que transmite, através do sêmen, a atividade que vai dar forma à matéria.

O sêmen contém, potencialmente, a alma do animal – que determinará a sua natureza e que será sua causa formal (*Geração dos animais*, livro II, cap. 1, 731b 18 – 732a 11; cf. *Sobre a geração e a corrupção*, livro II, cap. 10, 336b 25-34).

Para haver geração é preciso existir *pneuma*. Como já foi dito, ele está presente nos seres vivos mas no caso da geração espontânea deve vir de algo que o contenha, pois ele não pode ser criado (é um *elemento*). A geração espontânea só pode, portanto, ocorrer na presença do *pneuma*, que pode provir de outro ser vivo em decomposição ou mesmo do Sol. No caso de animais e plantas geradas espontaneamente na matéria putrefata, aí se encontram restos de plantas ou animais, que contêm *pneuma*. A própria terra contém também água e a água contém *pneuma*, que por sua vez contém calor vital. Conforme Aristóteles:

Animais e plantas são formados na terra e na água porque na terra a água está presente, e na água a *pneuma* está presente, e em todo *pneuma* está presente o calor vital, assim de certo modo todas as coisas estão cheias de alma, é por isso que elas tomam forma logo que ele esteja encerrado. Ele se torna encerrado logo que os líquidos que contêm matéria corporal tornam-se aquecidos, e assim é formada uma bolha de espuma. O objeto que está tomando forma pode ser mais ou menos valioso em tipo, e as diferenças dependem do invólucro, que contém o princípio da alma; as causas que determinam isso são as situações onde o processo tem lugar e a substância física que está encerrada (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 11, 762a 18-25).

Por exemplo, os Testacea, que Aristóteles compara a plantas, surgem na água dos oceanos, sendo gerados espontaneamente, porque esta água contém *pneuma* e *pneuma* contém calor vital. Assim o processo de geração envolve um princípio material e alma. Desde que a alma age melhor em meio quente, isso é provido pelo seu veículo, *pneuma*. Para que haja a separação do material formador, é preciso um calor de engendramento que, no caso da geração sexuada é fornecido pelo calor animal e, ocasionalmente, completado pelo calor solar. Os diferentes, e muitas vezes estranhos, materiais utilizados na geração espontânea, eram cozidos pelo calor do Sol sozinho. Geralmente, após a extração do princípio formador, o material abandonado apodrece, mas deve-se enfatizar que nem sempre a putrefação ou o calor sozinho podem ser a causa eficaz da geração (GOTTDENKER 1974, p. 23).

Segundo Aristóteles, a putrefação é a destruição do calor interno, pela influência do calor externo, que ocasiona a passagem do estado úmido (vivo) ao seco. Ocorre principalmente no verão, não ocorrendo com facilidade com coisas grandes, que estão em movimento (ou fluindo), nem com coisas congeladas ou fervendo. Quando ocorre a putrefação, o calor interno escapa e pode gerar novos

seres vivos. (ARISTÓTELES, *Meteorologia*, livro IV, cap. 1).

No trecho de Aristóteles acima reproduzido é importante enfatizar a formação de uma bolha como um passo intermediário na geração espontânea de um ser vivo. Deve-se comparar esse trecho com a afirmação de Aristóteles de que o sêmen contém inúmeras bolhas de ar, como espuma, o que o torna branco e menos denso do que a água. Essas pequenas bolhas de ar quente, segundo Aristóteles, são o *pneuma* do sêmen (*Geração dos animais*, livro II, cap. 2). No entanto, não se deve supor que esse *pneuma* é da natureza do ar material. O *pneuma* parece ser não apenas análogo mas sim idêntico ao éter (ver descrição em PREUS 1975, pp. 56-7).

4 O ESTUDO DA REPRODUÇÃO DOS ANIMAIS INFERIORES

Aristóteles não supõe que todos os animais inferiores sejam resultado da geração espontânea. Muitos deles são mostrados como se reproduzindo sexuadamente. Além dessas duas alternativas, Aristóteles considera também uma terceira: a reprodução assexuada¹².

O critério por ele empregado para distinguir os animais gerados espontaneamente não é apenas o tamanho, visto que alguns insetos, embora pequenos, podem ter reprodução sexuada (formigas, vespas, cigarras, gafanhotos). Os insetos gerados espontaneamente seriam os mosquitos, cantáridas e seres similares (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro I, cap. 16, 721a 3-11).

Para os insetos, que Aristóteles afirma claramente se reproduzirem sexuadamente, não é feita uma análise tão minuciosa quanto a que é feita para aqueles em que há dúvidas a respeito da geração. Destes, supostamente alguns tipos são gerados assexuadamente e outros sexuadamente, como é o caso das abelhas e vespas (ver ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro IX, caps. 40, 42 e *Geração dos animais*, livro III, cap. 10).

Nota-se, no entanto, mesmo em casos de difícil observação, o interesse de Aristóteles pelos detalhes. Ao descrever os insetos, afirma:

¹²É muito interessante que, embora Aristóteles considere que quase todos os peixes se reproduzem sexuadamente, aponta a existência de certo tipo (que denomina "Erythrinus") para o qual não foram observados machos e que no entanto se reproduzem, já que foram observadas fêmeas cheias de ovos (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro II, cap. 5, 741a 36-38). Embora ele coloque dúvidas sobre este caso, é interessante ver seu rigor em procurar descrever todas as exceções às regras conhecidas. No final do século XVIII, Cuvier identificou os "Erythrinus" ao "Serranus scriba", um peixe hermafrodita (com ambos os sexos) que vive no Mediterrâneo e no qual o sexo masculino é difícil de ser observado (ver LONES 1912, p. 201).

Na fêmea, a parte análoga ao útero é fendida e se estende acompanhando o intestino, como nos outros animais. Isto é claro nos gafanhotos e todos os outros insetos cuja natureza os leva a se unirem. Em sua maioria os insetos são pequenos demais para serem observados em relação a isto (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro I, cap. 16, 721a 20-26).

Insetos copulam nas suas extremidades posteriores e os indivíduos menores montam sobre os maiores; sendo o indivíduo menor o macho. A fêmea empurra de baixo seu órgão sexual para o corpo do macho que está acima, sendo isso o inverso da operação observada em outras criaturas. Este órgão, no caso de alguns insetos, parece desproporcionalmente grande comparado ao tamanho do corpo e isso em criaturas muito pequenas; em certos insetos a desproporção não é tão marcante. Este fenômeno pode ser observado se alguém separa moscas que estão copulando. Essas criaturas resistem à separação; seu ato sexual é de longa duração, como pode ser observado todos os dias com insetos comuns, tais como mosca e cantárida¹³ (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 8, 542a 1-10).

Aristóteles coloca que, muitas vezes, como no caso das abelhas, a situação é confusa. Ele discute as diversas idéias que se tinha na época a respeito da reprodução de abelhas, em detalhes (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 10; *História dos animais*, livro V, caps. 21-22). Admite a possibilidade de que possa acontecer com as abelhas o que ocorre com alguns peixes, que pareciam produzir ovos sem copulação. Divide as abelhas em três tipos: reis ou líderes, abelhas ou operárias e zangões.

Ele discute a possibilidade de que as abelhas fossem geradas espontaneamente fora das colméias (talvez nas flores) e transportadas para a colméia, como, queriam alguns; porém rejeita a hipótese, porque, nesse caso, as abelhas jovens passariam a existir lá, no lugar de onde seriam levadas, o que jamais foi observado. Quanto à hipótese dos germes de outros animais gerarem abelhas, isso também não lhe parece correto, pois uma vez sendo germes de outros animais, eles gerariam outros animais, não abelhas. O fato de abelhas coletarem jovens que não fossem nem seus filhos, nem sua comida também é julgado estranho por Aristóteles. Por essas razões, ele conclui que os filhotes das abelhas não vêm de fora mas são produzidos dentro da colméia.

Considerando essa hipótese, as abelhas poderiam ser produzidas sexualmente ou não, sendo que Aristóteles irá examinar essas possibilidades. A partir daí existem três possibilidades: cada tipo pode gerar seu tipo, determinado tipo pode

¹³Tricot, em seu comentário sobre essa passagem, e Platt, comentando um trecho análogo da *Geração dos animais* (livro I, cap. 16, 721a 13-18), afirmam que Aristóteles faz uma descrição inexata, e que a copulação dos insetos é igual à dos outros animais – o macho insere seu órgão sexual na fêmea. A fonte do erro pode ser a seguinte: Aristóteles não diz que observou o início da copulação e sim que *separou* insetos copulando. É possível que ele, ao forçar essa separação, tenha rompido o órgão sexual do macho, que ficou assim preso à fêmea.

gerar tipos diferentes dele ou ainda um tipo pode se unir com um diferente. Conclui que essas possibilidades não são viáveis: primeiro, devido a fatos peculiares das abelhas e segundo, porque isso não se aplica a outros animais.

Depois de discutir diversas possibilidades, Aristóteles sugere que líderes geram seu próprio tipo e abelhas; abelhas geram zangões apenas. Os líderes produzem, a princípio, um certo número de operárias e depois alguns do seu tipo.

As conclusões de Aristóteles dependem crucialmente de informações que Aristóteles parece ter obtido de apicultores, como neste caso:

... dizem que ninhadas de zangões surgem mesmo quando não há líder na colméia, mas que as abelhas não aparecem quando ele está ausente (ARISTÓTELES, *História dos animais*, 553a 31-32).

Em geral, como ninhadas de zangões surgem mesmo quando não há zangões adultos, mas ninhadas de abelhas não surgem sem as rainhas (e é por isso que dizem que os filhotes dos zangões são trazidos de fora (da colméia), é claro que as abelhas não são produzidas nem pela copulação de abelhas entre si, de zangões entre si ou de uns com os outros. ... Além disso, é impossível que algumas abelhas fossem machos e outras fêmeas, pois em todos os tipos de animais os dois sexos são diferentes. Além disso, nesse caso eles gerariam seu próprio tipo, mas ocorre que suas ninhadas não surgem sem a presença dos líderes, como é contado. E um argumento contra ambas teorias, de que os filhotes sejam gerados pela união de abelhas entre si ou com zangões, separadamente ou uns com os outros, é este: nenhum deles nunca foi visto copulando, mas isso ocorreria frequentemente se os sexos existissem neles. Resta, portanto, se são gerados mesmo por copulação, que os líderes se unissem e os gerassem. Mas os zangões surgem mesmo quando não há líderes e não é possível que as abelhas importassem esses filhotes ou os gerassem por copulação. Resta, portanto – como parece ocorrer com certos peixes – que as abelhas gerem os zangões sem copulação, sendo realmente fêmeas com respeito a seu poder generativo, mas contendo em si ambos os sexos, como as plantas (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 10, 759b 7-30).

Em uma nota referente a esse trecho, em sua tradução da *Geração dos animais* (p. 759a, n.6), Platt indica que as abelhas operárias podem produzir zangões por partenogênese, mas não podem produzir outras operárias.

Aristóteles é bastante cauteloso a respeito da questão, onde não existe nada de definitivo, como se percebe por sua afirmação a respeito:

Isso parece ser a verdade a respeito da geração das abelhas, a partir da teoria e do que se acredita serem os fatos sobre elas; os fatos, entretanto, não foram suficientemente captados. Se alguma vez o forem, então o crédito deverá ser dado preferivelmente à observação do que a teorias, e às teorias apenas se o que elas

afirmarem estiver de acordo com os fatos observados (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 10, 760b 28-32).

Acredita-se, hoje em dia, que as abelhas podem ser de três tipos: operárias (forma neutra), a rainha e os zangões. Quanto a essa divisão, Aristóteles estava correto uma vez que ele reconhecia a existência de operárias (as quais chamava trabalhadoras), dos zangões e da rainha (que chamava de rei ou líder). Havia também percebido que os zangões não coletavam néctar ou pólen das flores e que não possuíam agulhões; o que é fato também. Entretanto, para a reprodução, ele se equivocou em alguns pontos. Por exemplo, que as abelhas (operárias) geravam zangões apenas. Atualmente, é sabido que todos os tipos provêm da rainha, sendo que alguns são resultados de ovos fecundados, como as operárias, que na verdade são estéreis pois têm órgãos reprodutores apenas vestigiais. Assim, operárias não geram. Porém, está correto quando afirma que os líderes (rainha) geravam seu próprio tipo e também operárias¹⁴.

5 O ESTUDO DOS PEIXES GERADOS ESPONTANEAMENTE

Em relação aos peixes que Aristóteles acreditava serem gerados espontaneamente iremos tratar das enguias. Para ele, elas não procedem nem de acasalamento, nem de ovas, uma vez que não havia sido encontrada nenhuma enguia provida com esperma ou ovas. E mesmo ao serem dissecadas, não se encontrou órgãos sexuais, passagem para sêmen ou ovas. Conclui, então, que toda essa espécie era gerada espontaneamente. Enguias surgiam em algumas lagoas, depois de secas, após a água ter sido drenada e a lama dragada, com a queda das chuvas.

Mas em tempo de seca elas não aparecem mesmo em água represada, pela simples razão de que sua existência e sustento derivam da água da chuva (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro VI, cap.16, 570a 10-15).

¹⁴ A respeito das abelhas: a rainha é fecundada pelos zangões durante "o vôo nupcial", quando esta voa em torno da colméia. Ela reserva então grande quantidade de esperma no receptáculo seminal; os óvulos vão sendo fecundados aos poucos. Vai colocando-os dentro da câmara real em células preparadas pelas operárias, sendo as larvas alimentadas com geléia real por três dias pelas operárias. Depois desse período, apenas a larva da futura rainha será alimentada assim. O resto será alimentado com mel comum e pólen. É sabido então que, se as operárias recebessem geléia real com maior freqüência, poderiam se tornar rainhas.

Os zangões são machos haplóides e são mortos após a fecundação da rainha.

Os ovos colocados transformam-se, em três dias, em larvas, ápodes e cegas. Essas larvas vão se transformar em pupas e depois em insetos adultos.

Discute ainda o fato de alguns autores as considerarem como procedentes da copulação e não de ovas, devido a vermes encontrados em algumas delas, dos quais supõem serem elas derivadas.

Aristóteles objeta a essa explicação, dizendo que esses vermes não são precedidos de ovos (como deveriam ser, pois a enguia é um peixe) e são encontrados no intestino e não em um útero (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro IV, cap. 11, 538a 1-12). A geração das enguias é assim descrita:

As enguias são derivadas dos vermes da terra que crescem espontaneamente na lama ou terra úmida; de fato, já se viu enguias surgirem de tais vermes e em outras ocasiões foram vistas quando os vermes foram abertos cortando-se ou arranhando-se. Tais vermes são encontrados tanto no mar quanto nos rios, especialmente onde há matéria decomposta ... (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro VI, cap. 16, 570a 15-20).

No caso das enguias, as observações de Aristóteles, por mais estranhas que pareçam, refletem em grande parte a realidade. A concepção atualmente aceita sobre elas só foi descoberta por Grassi e Calandruccio, em 1896 (ver LONES 1912, p. 299). Acredita-se que as enguias vivem por muito tempo nos rios, depois descem a correnteza até o mar, dirigindo-se lentamente até o Mar dos Sargaços. Apenas então, em alto mar, desenvolvem seus órgãos sexuais, copulam, põem ovos, e deles eclodem pequenos peixes que não se parecem com as enguias – peixes transparentes, considerados durante séculos como uma espécie diferente, o *Leptocephalus brevirostris*. Os leptocéfalos são uma forma larvar das enguias. Eles retornam aos rios e, na água doce, se transformam em enguias (ver a tradução de Tricot da *História dos animais*, vol. I, pp. 273-4). Com todas essas peculiaridades, pode-se dizer que seria muito difícil para Aristóteles tirar uma conclusão diferente daquela a que chegou.

6 O ESTUDO DA GERAÇÃO DOS TESTÁCEOS

A anatomia dos testáceos, que Aristóteles coloca como seres intermediários entre animais e plantas, é descrita detalhadamente (ver ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro IV, cap.4). Divide-os em univalvos e bivalvos, conforme a concha, o que é aceito atualmente para os moluscos, como um dos critérios de classificação. Compara as conchas conforme espessura, leveza e suas diversas partes. Fala sobre os testáceos que podem se mover como vieiras, e outros que são imóveis e presos às partes externas de objetos (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro IV, cap. 4, 528a 10-30). Descreve a anatomia interna, constatando que internamente existe pouca diferença entre seus diversos tipos. Vamos reproduzir uma longa

citação de Aristóteles sobre os testáceos, que permite avaliar seus conhecimentos sobre esses animais:

No caso dos *ostracodermas*, os *testáceos*, tais como os caracóis terrestres e marinhos, as ostras e também o gênero dos ouriços do mar, a parte carnosa, naqueles que possuem carne, situa-se de modo semelhante à parte carnosa dos crustáceos; em outras palavras, está dentro do animal e a concha está fora, não havendo substância dura no interior ...

A estrutura interna é quase a mesma em todas essas criaturas e especialmente nos *estrombóides* (que possuem concha em espiral); pois eles diferem entre si em tamanho e em acidentes da natureza do excesso ou falta ...

Em todos os estrombóides, ... a carne que sai da boca da concha é dura e firme; alguns mais, outros menos. Do meio dela se projeta a cabeça e dois chifres são grandes nas espécies grandes, mas diminutos nas menores. A cabeça se projeta de todos eles da mesma forma; e, se o animal se assusta, a cabeça entra de volta. Algumas dessas criaturas possuem uma boca e dentes, como o caracol; os dentes são agudos, pequenos e delicados. Também possuem uma "tromba" (proboscis) semelhante à da mosca; e ela tem forma semelhante a uma língua. O *Cerys* e o *Murex* de púrpura possuem esse órgão firme e sólido; e assim como as mutucas e outras moscas conseguem penetrar a pele de um quadrúpede, essa "tromba" também é proporcionalmente mais forte nesses testáceos; pois eles perfuram as conchas de outros animais aquáticos de que se alimentam (cf. *Partes dos animais*, 661a 20-30). O estômago vem logo depois da boca e no caramujo esse órgão se assemelha a uma moela de pássaro. Abaixo há duas formações brancas firmes, com forma de mamas ou cachos de uvas; são encontradas formações semelhantes nas sépias, também, porém nestas são mais firmes. Depois do estômago vem o esôfago, simples e longo, que vai até quase o fígado ou mecônio, que está no mais interno recesso da concha. Todas essas afirmações podem ser verificadas no caso do *Murex* da púrpura e no *Cerys* por observação dentro da voluta da concha. O que vem depois do esôfago é o intestino; ele é, de fato, contínuo com o esôfago e corre paralelo a ele diretamente até a saída do resíduo. O intestino tem seu ponto de origem na região da volta do mecônio e é mais longo aí ... Ele então se dobra e volta para a parte carnosa, terminando ao lado da cabeça, onde o animal descarrega seu resíduo; e isso é válido para todos os testáceos estrombóides, tanto terrestres quanto marinhos (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro IV, cap. 4, 527b 35 - 529a 15).

Tal descrição parece ser fruto de cuidadosa observação e coincide, em geral, com descrições modernas.

Aristóteles afirma que os testáceos são semelhantes a plantas, não possuindo sexos (*Geração dos animais*, 715b 15; 731b 10). Para fazer essa afirmação ele parte de três tipos de evidências: a) os testáceos não são observados copulando, exceto, talvez, os caracóis:

o único gênero de testáceos dos quais se observou a cópula é o dos caracóis. Mas não se conseguiu ainda ver nitidamente se sua geração resulta ou não dessa cópula (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 11, 762a 33-35);

b) não se nota diferenças externas entre machos e fêmeas, entre os testáceos, como são visíveis nas outras classes de animais; c) Aristóteles não observou órgãos, em seus estudos anatômicos, diferenças internas que pudessem fazer crer na existência de sexos separados, nos testáceos.

Aceita-se, atualmente, que os animais que Aristóteles classificava como testáceos são, em geral, hermafroditas – e, mesmo quando não o são, não há dimorfismo sexual. As observações de Aristóteles eram, de modo geral, corretas.

No entanto, existem órgãos sexuais nesses animais. Aristóteles de fato os observou, porém não os interpretou como tais.

Partindo do estômago e correndo ao lado do esôfago há, nos grandes caracóis, um longo canal branco envolto em uma fina membrana; assemelham-se em cor às formações cacheadas descritas antes; esse canal contém estrangulamentos, como o receptáculo das ovas da lagosta; no entanto, esse canal é branco e o da lagosta é vermelho. Esse canal não possui nenhum orifício de saída, mas é envolto por uma fina membrana com uma estreita cavidade em seu interior (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro IV, cap. 4, 529a 15).

Esse canal, de acordo com Tricot (em sua tradução da *História dos animais*, vol. 1, p. 237, n. 6) é o canal hermafrodita, um prolongamento dos pequenos ovários e testículos dos caramujos – que possuem ambos os sexos. Aristóteles notou a sua semelhança com um órgão sexual das lagostas; porém, a partir de uma observação errônea (de que não possuía um orifício para o exterior), excluiu a sua função sexual. Em vários outros testáceos, Aristóteles observa órgãos que eram popularmente chamados de “ovos” e que eram, nos ouriços-do-mar, sua parte comestível (*História dos animais*, 530b 1-3). Mas ele nega sua função associada à reprodução e os interpreta como semelhantes a bolsas de gordura. Atualmente, são considerados como os órgãos sexuais desses animais.

Nos bivalves, aquilo que é chamado de “ovo” fica do lado direito; no lado oposto há o orifício excretor. Eles são chamados “ovos” incorretamente, pois correspondem àquilo que é a gordura de animais sanguíneos bem alimentados. Por isso só aparece nos testículos nas estações do ano em que estão em boas condições, ou seja, primavera e outono ... Isso é mostrado claramente por aquilo que ocorre nos ouriços-do-mar. Pois, embora os ovos sejam encontrados nesses animais mesmo logo que nascem, no entanto seu tamanho aumenta muito na época da lua cheia ... Todos os ouriços possuem o mesmo número ímpar de ovos. São, de fato, cinco

ovos, assim como eles possuem cinco dentes e cinco estômagos; e a explicação disso é o fato de que essas coisas chamadas "ovos" não são realmente ovos mas sim, como já foi dito, o resultado de uma condição de boa alimentação do animal (ARISTÓTELES, *Partes dos animais*, livro IV, cap. 5, 680a 24-680b 7).

Sendo corpúsculos que possuem número constante e apenas aumentam e diminuem de tamanho, é claro que os "ovos" não podiam ser ovos. Nisso, Aristóteles estava certo. No entanto, atualmente esses cinco "ovos" dos ouriços são considerados como seus ovários (nas fêmeas) ou testículos (nos machos), que às vezes ficam maiores (cheios de óvulos ou espermatozoides) e depois menores (esvaziando-se, para produzir fecundação externa, na água do mar). Ver Tricot (tradução da *História dos animais*, vol. 1, p. 245, n. 2).

Tendo excluído a reprodução sexuada dos testáceos, Aristóteles estuda outras alternativas:

Retornando aos testáceos, alguns deles se formam espontaneamente, alguns emitem um tipo de substância generativa, mas também esses geralmente surgem por formação espontânea. Para compreender isso devemos captar os diferentes métodos de geração nas plantas: algumas delas são produzidas de sementes, algumas de enxertos e algumas por brotos laterais, como a classe das cebolas. Deste último modo são produzidos os mariscos, pois sempre se observa os pequenos crescendo grudados ao original. Mas as púrpuras, as *Buccinidae* e outras conchas que se diz produzirem favos, emitem uma massa de um líquido pegajoso que se assemelha a uma substância seminal (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 11, 761b 24-33).

É curioso que, apesar de observar em alguns testáceos um processo semelhante à postura de ovos, Aristóteles não vê aí um mecanismo de reprodução. Esses "favos" são, de acordo com os conhecimentos modernos, aglomerados de ovos. No entanto, a descrição de Aristóteles, em um outro local, mostra claramente que ele não o interpreta assim:

As púrpuras se reúnem em algum lugar, na primavera, depositando juntas os chamados "favos". Essa substância se assemelha à dos favos de mel, mas não é tão fina e delicada; assemelha-se a um aglomerado de favas brancas. Mas nenhuma dessas estruturas tem qualquer abertura e as púrpuras não crescem delas - essas e os outros testáceos crescem da lama e de matéria em decomposição ... No começo do processo de decomposição dos favos, deixam escapar um muco viscoso que constitui as formações semelhantes ao aglomerado de favas. Essas formações, depois, dissolvem-se e espalham seu conteúdo sobre o solo; nesse mesmo local, sobre o solo, nascem minúsculas púrpuras aglomeradas e muitas vezes as púrpuras são pescadas com alguns desses animalzinhos sobre elas ... (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 15, 546b 18-34).

Aristóteles não observou, nesses ovos, os processos comuns de maturação e de eclosão dos filhotes; por isso, foi levado a crer que se tratava apenas de uma excreção, que favorecia a geração espontânea dos testáceos, sem ser um elemento necessário a essa geração.

Em se tratando da geração dos testáceos, afirma:

Como regra geral, então todos os testáceos crescem por geração espontânea na lama, diferindo um do outro conforme as diferenças desse material: ostras crescem no lodo, ameijões e outros testáceos em fundos arenosos; e nas cavidades dos rochedos nascerão diversos tipos de mariscos de superfície. Todos esses animais crescem com grande rapidez, especialmente o caramujo e a vieira que alcançam seu pleno desenvolvimento em um ano (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 15, 547b 18-25).

Há textos de Aristóteles com evidências que parecem indicar claramente que os testáceos são gerados espontaneamente.

Vê-se claramente que todos os testáceos se formam espontaneamente pelos fatos seguintes: eles surgem nos cascos dos navios quando o lodo depositado pela espuma apodrece. Em muitos lugares onde previamente não existiam, surgiram ostras do limo (*limnostaera*) quando o local se tornou pantanoso depois de uma falta de água. Quando um navio de guerra ancorou em Rhodes, foram lançados ao mar vasos de argila e, após algum tempo, quando se depositou lodo sobre eles, lá foram encontradas ostras ... Os habitantes de Chios levaram ostras vivas de Pyrrha (em Lesbos) e as depositaram em estreitos canais onde a maré produzia correntes. Com o tempo, elas não se multiplicaram, mas seu tamanho aumentou bastante (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro III, cap. 11, 763a 26 - 763b 4).

Esses fatos poderiam indicar que a existência do lodo marinho era condição necessária e suficiente para o surgimento dos testáceos.

Partindo desses fatos Aristóteles podia chegar a conclusões favoráveis a geração espontânea das ostras. Entretanto quem foi que observou tais fatos? Parece não ter sido o próprio Aristóteles, o que pode se constituir em uma fonte de enganos. Aristóteles não examinou hipóteses alternativas, como por exemplo: estaria algum outro animal comendo as larvas das ostras? ou o tempo de observação haveria sido suficiente, isto é, não poderia haver uma fase de repouso e crescimento antes das ostras se reproduzirem?

7 ESTUDOS DOS INSETOS QUE ERAM GERADOS ESPONTANEAMENTE

Aristóteles afirma que vários tipos de insetos nascem espontaneamente:

Alguns insetos não provêm de pais vivos, mas são gerados espontaneamente: alguns do orvalho que cai sobre as folhas, principalmente na primavera, mas não raramente no inverno, quando há certo intervalo de bom tempo e ventos do Sul; outros crescem no lodo ou na lama em decomposição; outros em madeira verde ou seca; outros no pelo dos animais ou em sua carne; alguns nos excrementos, seja nos já expelidos, seja ainda dentro do animal ... (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 19, 550b 35 - 551a 8).

Em outros trechos de sua obra, ele especificará a origem de vários insetos gerados espontaneamente.

Em relação à copulação dos insetos, Aristóteles distingue três classes:

Dentre os insetos, alguns copulam e os filhotes nascem de animais estritamente semelhantes, como no caso dos animais sanguíneos. Tais são os gafanhotos, as cigarras, aranhas, vespas e formigas. Outros copulam e geram, mas não produzem seres semelhantes a si próprios, mas apenas um *scolex*, e não nascem de animais e sim de matérias sólidas ou líquidas em putrefação. Tais são as pulgas, moscas e cantáridas. Outros, enfim, nem nascem de animais nem copulam, como por exemplo os mosquitos, "*conopes*" e muitos outros semelhantes a esses. (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro I, cap. 16, 721 2-10).

Em outra passagem (*Geração dos animais*, livro II, cap. 1, 632b 10-14), Aristóteles acrescenta que todos os insetos que copulam geram um *scolex*, porém, em alguns, esse *scolex* é imperfeito (e não leva a um adulto). Por isso, eles são gerados espontaneamente. Esse ponto é elaborado ainda mais na *História dos animais*:

Quando as criaturas são geradas espontaneamente - seja dentro de outros animais, ou no solo, ou em plantas, ou em partes destas - e possuem sexos distintos, então, da copulação desses machos e fêmeas gerados espontaneamente, alguma coisa é gerada - algo que nunca é idêntico em forma aos pais e sim algo imperfeito. Por exemplo, o resultado da copulação de piolhos são lêndeas; das moscas, nascem larvas; e das pulgas, larvas semelhantes a ovos; e desses produtos jamais são reproduzidos animais semelhantes aos pais nem nenhum outro animal, mas apenas esses produtos (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 1, 539b 7-13).

Os insetos que não são carnívoros mas vivem dos sucos da carne viva – tais como pulgas, piolhos e percevejos – todos, sem exceção, geram aquilo que é chamado de “lêndea”, mas estas não geram nada. Desses insetos, as pulgas nascem da menor porção de matéria em putrefação (pois em todo lugar onde há excrementos secos, encontram-se pulgas). Os percevejos se formam da secreção de animais vivos, quando ela seca ao ar livre. Os piolhos são gerados da carne dos animais. Quando os piolhos estão para surgir, formam-se espécies de pequenos botões sob a pele, sem sinais purulentos; se são perfurados, saltam piolhos.

No que se refere aos insetos, Aristóteles afirma que, tanto os gerados por copulação ou reprodução assexuada quanto os gerados espontaneamente, surgem inicialmente sob a forma de um *scolex*. Alguns desses *scolex* se assemelham a ovos e outros a vermes; mas mesmo os primeiros se diferenciam de ovos, segundo Aristóteles, porque seu todo (e não uma parte) se transforma no animal, com o tempo:

Após o crescimento do *scolex*, ele se torna um tipo de ovo, pois o tegumento em torno deles endurece e eles ficam imóveis durante este período. Isto é evidente no caso do *scolex* das abelhas e vespas e nas lagartas ... Semelhante a isto é o que acontece com todos os outros insetos que são gerados sem copulação na lã e outros materiais semelhantes e na água. Pois todos eles, após o estágio de *scolex*, se tornam imóveis e seu tegumento seca em torno deles; após isso o último se rompe e surge, como de um ovo, um animal perfeito em sua segunda metamorfose (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, livro 3, cap. 9, 758b 15-27).

Note-se quão claramente Aristóteles descreve os caracteres gerais das fases dos insetos. Para nós, que estamos familiarizados com esses fatos, isso parece banal. Mas a observação e descoberta dessas fases foi uma grande conquista científica.

Veja-se, como exemplo, sua descrição das fases e metamorfoses das borboletas:

As borboletas são geradas de lagartas que crescem em folhas verdes, principalmente folhas do *ρῥῆανος*, que alguns chamam de couve. Inicialmente, é menor do que um grão de alpiste; cresce depois até se tornar uma larva; esta, depois de três dias, se torna uma pequena lagarta. Após crescer, elas se imobilizam e mudam de forma, sendo chamadas de *crisálidas*. A casca externa é dura e a crisálida se move se for tocada. Ela se prende por filamentos semelhantes ao fio da aranha e não possui boca nem outro órgão aparente. Pouco tempo depois, o envoltório se rompe e daí voam essas criaturas aladas chamadas *borboletas*. Em seu primeiro estágio, enquanto é lagarta, ela se alimenta e expele excrementos; mas quando se torna crisálida, nem se alimenta nem ejeta excrementos (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 9 – 551a 13-25).

Igualmente detalhada é a descrição da produção de alguns insetos gerados espontaneamente:

Os mosquitos crescem dos ascárides; e esses vermes são gerados no limo dos poços e em todos os lugares onde há um depósito de terra deixada pela água. Esse limo se decompõe e primeiramente se torna branco, depois negro, finalmente rubro; e nesse estágio, nascem dele coisas semelhantes a pequenas algas vermelhas que inicialmente se agitam permanecendo presas e depois se soltam e flutuam na água, sendo então conhecidas como ascárides. Poucos dias depois, esses vermes ficam parados verticalmente na água, sem movimento e rígidos; depois, o envólucro se rompe e sobre ele se coloca o mosquito, até que o calor do Sol ou o vento o coloquem em movimento, quando então voa. (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 19, 551b 27 - 552a 8).

Essa descrição só difere da moderna em um ponto: adicionaríamos a intervenção de mosquitos adultos depositando na água seus ovos.

Além de dar outros detalhes, Aristóteles indica a origem de vários insetos: moscas nascem de larvas que nascem do esterco; as mutucas ou moscas-de-cavalo são geradas na madeira; as cantáridas provêm de larvas que nascem das figueiras, pereiras ou abetos; os "conopes" surgem de uma larva que é gerada na borra do vinagre; certas larvas avermelhadas e peludas nascem na neve que ficou muito tempo depositada (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 19, 552a 21 - 552b 10). A não ser pelo fato de que não aceitamos sua geração espontânea, quase todos os fatos descritos por Aristóteles sobre esses insetos e larvas são corretos - mesmo quando são estranhos, como essa referência às larvas da neve (atualmente denominadas *Poduriodae* ou outros seres ainda mais estranhos, como a *Ephemera longicauda*:

No rio Hypanis (rio Kuban, na Rússia), no Bósforo Címérico, na época do solstício de verão, a correnteza carrega para o mar pequenas vesículas um pouco maiores do que uvas, que se rompem e deixam sair um inseto quadrúpede alado. O inseto vive e voa até a noite, mas se enfraquece ao entardecer e morre quando o Sol se põe, vivendo um só dia. Por isso é chamado "efêmero" (ARISTÓTELES, *História dos animais*, livro V, cap. 19, 552b 18-23).

Aparentemente Aristóteles não tem muitas informações a respeito dos insetos que eram gerados espontaneamente. Trata com mais detalhes daqueles que se reproduziam por copulação, como abelhas, vespas, gafanhotos, cigarras, aranhas (que ele classifica como um inseto, embora atualmente não seja incluído nessa categoria). Pontos, tais como o modo de reconhecer quando determinado *scolez* era ou não gerado espontaneamente, não são mencionados. Ele descreve como

era formado o *scolex*, resultante de geração espontânea, mas não diz em que observações se baseou. Que tipo de observações tê-lo-iam levado a concluir que mosquitos e seres similares eram gerados espontaneamente?

8 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O VALOR DO TRABALHO DE ARISTÓTELES

Que juízo se deve formular com relação às pesquisas biológicas de Aristóteles e, em particular, sobre a geração espontânea? Em relação à geração espontânea, especificamente, pouca coisa pode ser encontrada, como já foi dito. Joly afirma que os críticos passam rapidamente por esse tema por considerarem-no um amontoado de erros (JOLY, 1968, p. 247). Porém, em relação a Aristóteles como biólogo, as opiniões são muitas, entre os dois extremos óbvios: o louvor desmedido e a crítica total.

Entre os críticos está, por exemplo, G. Pouchet que afirma:

Aristóteles pode excitar nossa curiosidade e admiração. Ele não é um de nossos mestres; a ciência moderna não procede dele (POUCHET, *La biologie aristotélicienne*, p. 139, *apud* JOLY 1968, p. 221).

Outros como Peck (tradutor da *Geração dos animais*), reconhecem o valor dessa obra, assim como do método empregado por Aristóteles:

Para os homens da ciência, a *Geração* tem um interesse especial; é o primeiro tratado sistemático de reprodução animal e de embriologia, contendo relatórios de observação, elaborando esquemas de classificação, sugerindo métodos, tratando de problemas que grande parte provaram o seu valor permanente (PECK 1963, p. VI).

Ainda em relação ao método:

O método de Aristóteles pode ser descrito como sendo substancialmente o mesmo de nossos trabalhadores científicos modernos (PECK 1963, p. VIII).

R. Joly, que se situa entre os críticos de Aristóteles, enumera representantes dos dois grupos: ao lado dele próprio e de Pouchet estariam Lewes, Gomperz, Robin, Le Blond e Curry; no entanto, a maior parte dos autores apoiaria a visão positiva de Peck: d'Arcy Thompson, Singer, Reymond, Castiglioni, Bourgey, Allan, Mieli (JOLY 1968, p. 222).

Como avaliar Aristóteles? Por um lado, pode-se começar por estabelecer um catálogo comparativo de “erros e acertos” de suas obras biológicas, interpretando “erros” como aquilo em que os biólogos atuais não concordam com Aristóteles e “acertos” aquilo em que há concordância com a ciência contemporânea. Esses “erros” ou “acertos” podem se referir seja aos *resultados* obtidos por Aristóteles, seja à sua *metodologia*. Começemos pelos primeiros, mais simples de discutir.

A biologia atual não concorda com Aristóteles a respeito da existência de geração espontânea de peixes, testáceos ou insetos. Portanto, em linhas gerais, a contribuição de Aristóteles sobre esse tema deve ser considerada “errada”, em suas conclusões. Paula Gottdenker, por exemplo, lista várias dessas conclusões errôneas:

Aristóteles enumera muitos exemplos de geração espontânea em apoio à sua doutrina que nem sempre honram seus poderes de observação – notáveis, em outros aspectos ... Seria fácil desprezar esses exemplos como pura falta de sentido' ou rotulá-los como uma 'aberração' do gênio de Aristóteles ... (GOTTDENKER 1974, pp. 24-25, 27).

Devemos chamar a atenção, por isso, para os *acertos* de Aristóteles. Em muitos casos, ele conclui “corretamente” que *não há* geração espontânea – mesmo no caso de alguns insetos. Sua visão *geral* dos processos de reprodução é bastante boa, julgada pelos padrões atuais. Por outro lado, mesmo ao tratar sobre os casos em que considera ocorrer a geração espontânea, Aristóteles descreve muitos fatos corretos. Como exemplos, basta rever as descrições sobre as enguias. No entanto, hoje não aceitamos que elas se originem de minhocas ou seres semelhantes. A descrição de Aristóteles se refere a *observações* de que as enguias podiam sair de dentro dessas minhocas; mas isso não pode ter sido observado, pelo que se sabe hoje.

Em relação aos animais que julga serem gerados espontaneamente, Aristóteles descreve corretamente os tipos de locais ou substâncias onde são encontrados os filhotes ou *scolez*. Ele *não vê* a introdução de ovos nesses locais e por isso conclui que houve geração espontânea. Mas *não ver* só pode ser considerado um erro observacional se aquilo que não foi visto salta aos olhos. Não é o caso desses ovos.

Aristóteles estuda e descreve de modo bastante satisfatório e anatomia dos testáceos e dos grandes insetos. Ele observou a existência dos órgãos que, atualmente, são considerados os órgãos sexuais de alguns testáceos. No entanto, pesando várias evidências, conclui que não eram órgãos de reprodução. Algumas dessas evidências eram corretas (o número de “ovos” dos ouriços e seu crescimento

e diminuição, por exemplo). Outras, não (a abertura do “canal hermafrodita” dos caracóis). Mas, pesando tudo, é notável o número de “acertos” de Aristóteles, mesmo dentro de um grande “fracasso”, como costuma ser considerado seu trabalho sobre a geração espontânea.

Examinemos agora a segunda questão: por que motivo algumas das conclusões e mesmo observações de Aristóteles estavam erradas? Houve importantes falhas metodológicas em seu trabalho, ou, apesar de usar uma boa metodologia, isso não podia garantir o “acerto” de seus resultados?

Aqueles que consideram que Aristóteles falhou como biólogo às vezes atribuem seus erros a *falhas observacionais* (dele próprio ou de suas fontes) que levariam a erros em suas conclusões; outras vezes, são citadas *generalizações apressadas*; outras vezes, um *método imperfeito*, baseado apenas em observações, sem o uso de experimentação ou de testes das conclusões obtidas (ver OGLE, *Aristotle on the parts of animals*, pp. XI-XIX).

Joly considera o trabalho de Aristóteles como “pré-científico” e indica como principal fonte de erro, a existência de noções pré-concebidas que faziam com que Aristóteles nem se importasse com observações, em muitos casos, substituindo-as por previsões não testadas (“pseudo-observações”). No tocante à idéia de Aristóteles em relação à geração espontânea, crê ser ela explicada pela concepção vitalista que o mesmo tinha da natureza (JOLY 1968).

É interessante que a visão de Tricot seja exatamente o oposto: considera que Aristóteles trabalha livre de preconceitos (ver a Introdução de Tricot à *História dos animais*, p. 30), sendo seus erros devidos à insuficiência de meios de observação e de controle. Não é possível concordar totalmente nem com Joly, nem com Tricot. Não há dúvidas de que a visão de Aristóteles sobre a inferioridade da mulher, sobre a importância do lado direito do corpo e alguns outros aspectos apontados por Joly influenciaram o trabalho de Aristóteles. Mas é possível apagar todos os preconceitos e iniciar uma pesquisa como uma *tabula rasa*, como queria Bacon? É claro que não.

Joly vai longe demais em suas críticas, como se Aristóteles se tornasse totalmente cego por causa de seus conceitos prévios:

Deve-se crer que Aristóteles jamais viu um coração de mamífero e que toma decisões apenas baseado nos *a priori* em questão (JOLY 1968, p. 233).

Ora, podemos responder a Joly: se não desse valor às observações e fosse totalmente cego, Aristóteles jamais indicaria *exceções* a suas regras e não poderia ter descrito a existência de um osso no coração dos búfalos – algo contrário a tudo que se poderia esperar (ver ARISTÓTELES, *Partes dos animais*, livro III, cap.

4, 666b 18; *Geração dos animais*, livro V, cap. 7, 787b 18; *História dos animais*, livro II, cap. 15, 506a 8).

Balme, comparando Aristóteles a Theophrastos, considera o segundo mais cuidadoso, inclusive dando uma causa física regular para a espontaneidade (BALME 1962, p. 102).

Nesse caso, convém lembrar que o trabalho de Theophrastos parece seguir-se ao trabalho de Aristóteles e, conseqüentemente, deve ter sido aprimorado. Mais ainda: Aristóteles não tinha, ao que se sabe, modelos para copiar ou comparar como diz Ogle (*Aristotle on the parts of animals*, p. XVII).

As críticas colocadas ao trabalho de Aristóteles como ser apressado e basear-se em pseudo-observações, podem ser acrescidas outras como: não haver, algumas vezes, examinado as hipóteses alternativas, não ter realizado observações bem feitas ou ainda como a ausência de verificação de seu método de investigação.

Se Aristóteles foi apressado alguma vez, isso não se aplica, por exemplo, ao seu trabalho com as abelhas, onde faz observações cuidadosas e analisa com cautela as diferentes hipóteses a respeito dos fatos que lhe foram transmitidos. Mesmo que tenha chegado a conclusões erradas em alguns pontos, seu raciocínio foi irreprensível. O mesmo no que se refere aos peixes que não possuíam machos (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, Livro II, 741a 34sq), onde foi extremamente cauteloso.

Se Aristóteles falhava muitas vezes, isso é atribuído por alguns à falta de verificação de seu método de investigação. Porém, como coloca Ogle (*Aristotle on the parts of animals*, p. XVII), a verificação não encontra a esfera própria em uma ciência nascente, quando as generalizações são provisórias, e mesmo quando falsas, ainda precursoras necessárias de outras mais corretas.

Deve-se levar em conta também que Aristóteles não possuía os recursos que hoje existem como a lupa, microscópio, etc; e a situação das ciências que poderiam auxiliá-lo, como física e química, era bem diferente da atual.

Mas não se trata apenas de uma carência de instrumentos inexistentes e de pré-requisitos teóricos. Mesmo em condições materiais precárias, seria possível realizar observações sistemáticas mais cuidadosas que acabariam por desvendar alguns erros de Aristóteles. Mas ainda não havia também o hábito de observação organizada, nem de modificação das condições observacionais de modo a obter controle sobre as variáveis julgadas relevantes – ou seja, a ênfase em *experimentos*.

Havia lacunas metodológicas em Aristóteles, sim. Lacunas que representavam as limitações de seu tempo. Mas não só isso. Faltava o acúmulo de conhecimentos anteriores, assim como faltou, depois de Aristóteles, o prosseguimento sistemático do seu trabalho. Nenhuma ciência se faz em um dia. Suponhamos, por exemplo, que se tomasse um jovem de grande inteligência, porém sem conhecimentos

biológicos; que ele fosse instruído acerca da metodologia em pesquisas científicas (porém, sendo treinado em outra área de pesquisa); e que, sem poder consultar livros ou autoridades, lhe fosse dada a missão de "fazer pesquisas sobre os animais e seus modos de reprodução". Chegaria ele a algo melhor do que a obra de Aristóteles? Não acredito. Provavelmente ficaria muito aquém. E se lhe fosse dado, como ponto de partida, a obra de Aristóteles? Provavelmente poderia avançar um pouco, adicionando informações, corrigindo resultados anteriores. Mas não tenho dúvidas de que o avanço seria pequeno – e que poderiam também ocorrer retrocessos e erros. Pois não existe um método que possa garantir o sucesso ou evitar erros.

Ao invés de analisar apenas as falhas de Aristóteles, deve-se pensar em suas virtudes, presentes mesmo em um trabalho "errado" como este. Há observações corretas. Há generalizações corretas. Há conclusões indiretas que tinham que ser aceitas, a partir dos fatos considerados como corretos. Há uma busca de informações, sua apresentação sistemática, uma classificação de todos os tipos de fenômenos discutidos, estudos de alternativas, etc. Tudo isso é integrado em teorias amplas acerca dos seres vivos, como a teoria do *pneuma*, a dos graus de perfeição dos animais e outras. Mais do que desculpar as falhas de Aristóteles, é preciso aprender a ver a imensa riqueza que existe em suas pesquisas biológicas.

Descobrir novas verdades pelo habilidoso uso do método científico é um nobre feito; porém, mais nobre é descobrir o próprio método que torna possíveis tais feitos; e fazer isso é a glória de Aristóteles (OGLE, *Aristotle on the parts of animals*, p. XIX).

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo apoio prestado, fornecendo a infraestrutura necessária ao desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço a firmeza e dedicação do meu orientador, Prof. Dr. Roberto de A. Martins, que possibilitaram a realização desse trabalho.

LISTA BIBLIOGRÁFICA

- 1 BALME, D.M. Development of biology in Aristotle and Theophrastus: thory of spontaneous generation. *Phronesis*. 7: 91-103, 1962.
- 2 GOTTDENKER, Paula. *In the beginning, approaches to the problem of origin of life. Antiquity to the 1870's*. University of Kansas, 1974.
- 3 HIPPOCRATES. *Oeuvres complètes*. Trad. É. Littré. 10 vols. Amesterdam, A.M. Hakkert, 1962.
- 4 JOLY, R. La biologie d'Aristote. *Revue Philosophique*. 158 (2): 219-53, 1968.

Cad. Hist. Fil. Ci., Campinas, Série 2, 2(2):213-237, jul.-dez. 1990.

- 5 LONES, Thomas East. *Aristotle's researches in natural science*. London, West, Newman & Co., 1912.
- 6 LOUIS, Pierre (trad.) *Aristote. De la génération des animaux*. Paris, Belles Lettres, 1961.
- 7 MARTINS, Lilian & MARTINS, Roberto. Geração espontânea: dois pontos de vista. *Perspicillum* 3(1): 7-32, 1989.
- 8 PECK, A.L. (trad.) *Aristotle. History of animals*. London, Willian Heinemann, 1965 (Loeb Classical Library 9-11) 3 vols.
- 9 — (trad.) *Aristotle. Generation of animals*. London, Willian Heinemann, 1963 (Loeb Classical Library 13).
- 10 PLATT, Arthur (trad.) *De generatione animalium*. In Smith & Ross, *The works of Aristotle*. Oxford, Clarendon Press, 1965.
- 11 PLINY. *Natural history*. Trad. H. Rackham, W.H.S., Jones, D.E. Eichholz. 10 vols. London, Willian Heinemann, 1963.
- 12 PREUS, Anthony. *Science and philosophy in Aristotle biological works*. Hildesheim. Georg Olms, 1975.
- 13 ROSTAND, Jean. *La genèse de la vie*. Paris, Hachette, 1943.
- 14 SMITH, J.A. & ROSS, W.D. (ed.) *The works of Aristotle translated into English*. 12 vols. Oxford, Oxford University, 1967-1968.
- 15 THEOPHRASTUS, *De causis plantarum*. 3 vols. Trad. Benedect Einarson & George K. Link. London, W. Heinemann, 1976.
- 16 —, *De igne*. Trad. Victor Coutant. Assen, Royal Vangorcum, 1971.
- 17 THOMPSON, D'Arcy Wentworth (trad.) *Aristotle. Historia animalium*. Oxford, Clarendon Press, 1967.
- 18 TRICOT, J. (trad.) *Aristote. Histoire des animaux*. 2 vols. Paris, J. Vrin, 1957.
- 19 WEBSTER, E.W. *Aristotle. Meteorologica*. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1971 (great books of the western world, vol. 8).

Abstract: *This paper studies Aristotle's ideas about the spontaneous birth (without parents) of some kinds of animals such as eels, oysters and flies. From the analysis of his biological works his theory of spontaneous generation as well as the observations upon which it was based are rebuilt. After a detailed description of his ideas and arguments about spontaneous generation, his methodology is discussed and his methodological flaws are pointed. However, many exemplary aspects of his research are also emphasised.*