

Estudos de regeneração animal em Bonnet e Spallanzani

Maria Elice Brzezinski Prestes

Resumo: Neste artigo, são analisados os estudos de regeneração efetuados por dois naturalistas do século XVIII, o genebrês Charles Bonnet (1720-1793) e o italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799). São indicadas as obras que publicaram sobre o tema e os animais escolhidos para estudo, bem como detalhadas as suas abordagens experimentais. Conclui-se que as observações e experimentos de Spallanzani visaram repetir o que Bonnet havia feito, procurando completar o que considerava serem pequenas lacunas deixadas pelo genebrês. O artigo também mostra que o tema da regeneração tornou-se um objeto privilegiado de observações naquele século desde os estudos realizados pelo francês René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1767) e que, como Réaumur, Bonnet e Spallanzani procuraram explicar a regeneração com um caso particular de reprodução segundo a teoria da preexistência dos germes.

Palavras-chave: regeneração; Bonnet, Charles; Spallanzani, Lazzaro; Réaumur, René Antoine Ferchault de

Bonnet and Spallanzani studies on animal regeneration

Abstract: In this article we analyze regeneration studies performed by two naturalists of the Eighteenth Century, the Genevan Charles Bonnet (1720-1793) and the Italian Lazzaro Spallanzani (1729-1799). The works they published on the subject, the animals they have chosen for study as well as their experimental approaches are discussed. We conclude that the observations and experiments performed by Spallanzani were intended to repeat and complete what was done by Bonnet. The article also shows that the theme of regeneration has become a privileged object of observations in that Century since the studies made by the frenchman René Antoine Ferchault of Réaumur (1683-1767). Finally, it is shown that, like Réaumur, Bonnet and Spallanzani attempted to explain regeneration as a particular case of reproduction and according to the theory of preexistence of germs.

Keywords: regeneration; Bonnet, Charles; Spallanzani, Lazzaro; Réaumur, René Antoine Ferchault de

Estudos de regeneração animal em Bonnet e Spallanzani

Maria Elice Brzezinski Prestes*

1 INTRODUÇÃO

A capacidade de animais e plantas produzirem novas estruturas orgânicas para repor partes perdidas naturalmente, ou amputadas artificialmente, é conhecida desde a Antigüidade. Mas foi no século XVIII que a regeneração tornou-se objeto de estudo dos naturalistas e em diferentes tipos de animais como as “enguias” das infusões (*Protozoa*), pólipos de água doce, caramujos, minhocas, sanguessugas, lagostas, centopéias, estrelas e ouriços do mar, salamandras¹. À época denominada alternativamente “multiplicação” ou “reprodução” de partes, a regeneração era tomada como um fenômeno associado à formação de um novo organismo e aos seus processos de crescimento. Por essa razão, aos “fatos” observados da regeneração, os naturalistas daquele século buscaram acomodar as teorias então disponíveis para explicar a reprodução dos seres vivos.

Neste artigo, conheceremos os estudos de regeneração efetuados por dois naturalistas do período, o genebrês Charles Bonnet (1720-1793) e o italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799). Descreveremos a investigação que Bonnet realizou sobre alguns tipos de animais, vermes aquáticos e

* Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Rua Rodésia, 361, ap. 42, CEP 05435-020, São Paulo, SP. E-mail: eprestes@dialdata.com.br.

¹ Uma retomada nos estudos de regeneração ocorreu na última década do século XIX, destacando-se uma série de artigos de revisão sobre o tema, publicada entre 1891 e 1901 pelo anatomista alemão Dietrich Barfurth, e os livros homônimos, *Regeneration*, publicados por Paul Fraise, em 1885, e Thomas H. Morgan, em 1901. Morgan realizou experimentos de regeneração em minhocas e outros animais como a planária (Churchill, 1991, pp. 114 e 126).

minhocas, comparando as questões que norteraram suas observações com as de Spallanzani sobre as minhocas. Também veremos os aspectos gerais da teoria da preexistência dos germes, segundo a formulação que lhe foi dada por Bonnet e que foi seguida de perto por Spallanzani. Faremos uma síntese dos argumentos que eles utilizaram para considerarem a preexistência como a mais razoável explicação para todo o fenômeno da geração e sua aplicação ao caso particular da regeneração, incluindo as dificuldades impostas pela diferença do fenômeno conforme o animal observado. Mostraremos alguns aspectos de suas pesquisas como sendo derivadas dos estudos realizados por René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1767). Por fim, traçaremos algumas considerações sobre a contribuição desses estudos para o desenvolvimento da pesquisa experimental dos seres vivos e algumas conseqüências historiográficas.

2 A REGENERAÇÃO NAS PUBLICAÇÕES DE BONNET E SPALLANZANI

Em carta enviada a *Sir* Hans Sloane, em março de 1742, lida em diversas seções da *Royal Society* no ano seguinte, Bonnet anunciou ter confirmado a “nobre descoberta” de Abraham Trembley sobre a existência de “insetos aos quais a natureza deu a estranha prerrogativa de multiplicarem-se por cortes” (Bonnet, 1742-1743, p. 468). Inspirado pela descrição de Trembley da reprodução dos pólipos de água doce, ou hidras, Bonnet refez os experimentos com os animais que pôde encontrar nos lagos das cercanias de Genebra: vermes aquáticos segmentados, sem pernas e de maior tamanho (de 5 cm a 8 cm). Obtendo os mesmos resultados, considerou que, além de confirmar o achado de Trembley, estava ampliando a descoberta para outros grupos de animais.

O que pareceu a Bonnet mais importante foi encontrar o mesmo fenômeno em animais “mais compostos”. Embora, à primeira vista, percessem simples, Bonnet notou que os vermes aquáticos mostravam uma estrutura com “Partes próprias a excitar e fixar a Atenção tanto quanto as daqueles Animais chamados mais perfeitos” (Bonnet, 1745, vol. 2, p. 6). Enquanto os pólipos não passavam de um “tubo vazio”, cuja pele era constituída de “uma multidão inumerável de pequenos grãos que se colorem pelo alimento”, esses vermes possuíam um conjunto de vísceras como coração, estômago, intestinos etc. (Bonnet, 1985, p. 155).

Dois anos depois, Bonnet publicou os resultados detalhados desses estudos no *Traité d'insectologie*², identificando seus antecessores no estudo da “República dos insetos”³: Redi, Malpighi, Swammerdam, Leeuwenhoek, Vallisneri e Réaumur. Desta feita, Bonnet fornece um relato das observações sobre espécies de vermes de água doce bem mais completo que na carta. Apresenta a descrição de numerosas experiências, seguindo, contudo, a mesma seqüência de assuntos. Inicia com minuciosa descrição da anatomia do animal e da circulação do sangue, em que acrescenta contribuições próprias aos estudos anatômicos que lhe serviram de base, como os de Francesco Redi ou Thomas Willis. Em seguida, descreve as experiências em que seccionava os animais e acompanhava o desenvolvimento. Ao modo do livro publicado em 1744 por Trembley, o *Traité d'insectologie* contém ainda diversas tabelas em que Bonnet anotava o número de organismos seccionados em diferentes datas, o tamanho dos segmentos, as temperaturas etc. Ao final do volume dois, Bonnet acrescentou quatro pranchas contendo ilustrações dos organismos observados, acompanhadas de breves explicações.

As figuras i, ii, iii e iv da terceira prancha, e a nota explicativa que a acompanha, testemunham que Bonnet investigou a regeneração, nessa época, também em minhocas, embora não tenha escrito nada a respeito no corpo do texto, como retomaremos logo adiante.

Mais tarde, em seus livros mais difundidos no período, o *Considérations sur les corps organisés* (1762) e *Contemplation de la nature* (1764), Bonnet resumiu as descobertas sobre a regeneração dos vermes aquáticos, acrescentando outros estudos como o das minhocas e os relatos de Réaumur sobre a reprodução das patas de lagostas. Esses dois livros foram reeditados mais

² Embora pretendesse publicar um terceiro volume destinado a outros insetos, os dois volumes do *Tratado* de Bonnet tratam apenas do que ele considerava as “duas importantes descobertas” daquele século, a partenogênese nos pulgões (no volume um) e a regeneração nos vermes de água doce (no volume dois). Ele afirma ter cunhado o termo “Insectologia” para a “ciência dos insetos” (Bonnet, 1745, vol. 1, p. iii).

³ No século XVIII, o termo “inseto” designa uma ampla variedade de grupos animais. Bonnet seguiu a definição de Réaumur: “Eu consideraria, de bom grado, todos os animais cujas formas não permitem que os coloquemos na classe dos animais quadrúpedes comuns, das aves e dos peixes. [...] Todos os répteis pertencem à classe dos insetos pelas mesmas razões que os vermes de terra [...] as rãs [...] os sapos” (Réaumur, 1734, vol. 1, pp. 57-58). Na *Encyclopédie*, “inseto” é todo “pequeno animal que não tem sangue [vermelho]” (Diderot & D’Alembert, 1765, vol. 8, p. 781).

de uma vez, recebendo uma grande quantidade de notas em que Bonnet acrescentou pesquisas realizadas por outros naturalistas como, por exemplo, as de Lazzaro Spallanzani sobre o mesmo tema da regeneração em minhocas. Reunidos por Bonnet em nova edição de suas obras completas, as *Oeuvres d'histoire naturelle et de philosophie* (1779-1785) contam ainda com estudos sobre regeneração em salamandras e lesmas terrestres ou caramujos (Figura 1).

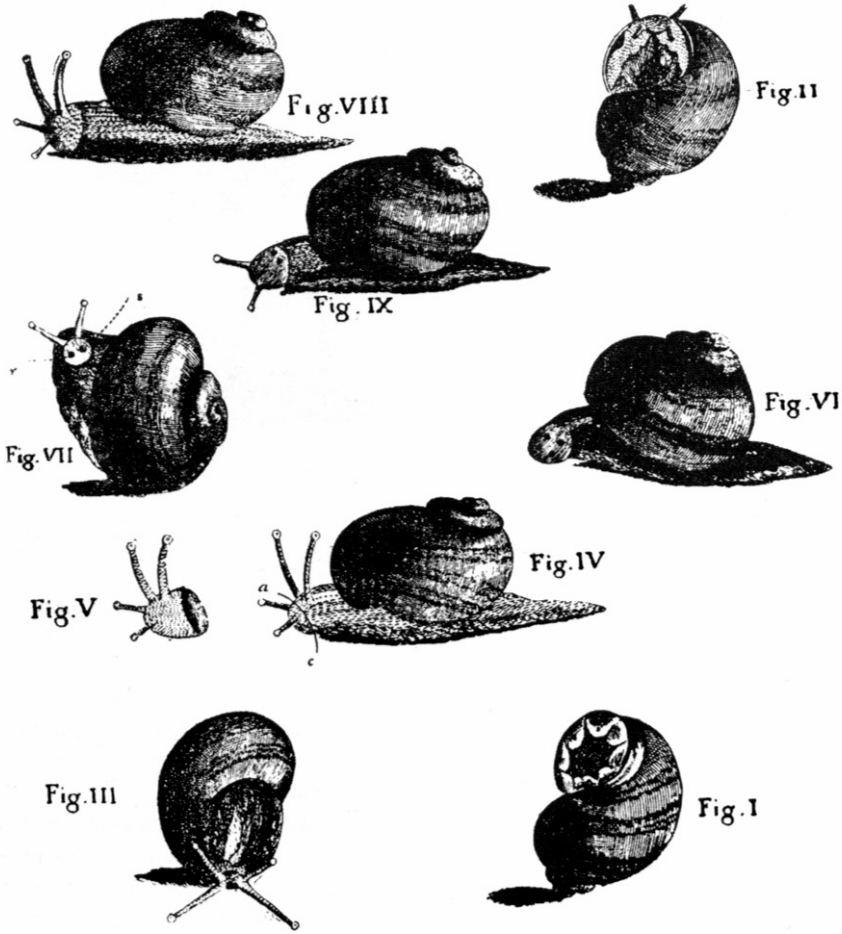


Figura 1. Regeneração em caramujos. Fonte: Spallanzani, [1782], 2001, p. 13.

Por sua vez, Lazzaro Spallanzani voltou-se ao estudo da regeneração logo depois de publicar o *Saggio di osservazione microscopiche* (*Ensaio de observações microscópicas*) sobre a geração dos “infusórios” (microrganismos), em 1765⁴. Spallanzani começou as observações tomando por objeto de seus primeiros exames, justamente, as minhocas, seccionadas em grande quantidade a partir de 21 de agosto desse mesmo ano⁵. Ele reportou os resultados a Bonnet no ano seguinte, em 21 de setembro de 1766, aparentemente depois de dispor do conjunto de respostas às questões deixadas pelo generês no *Corps organisés*, e para as quais havia conclamado os naturalistas a investigarem, uma vez que ele mesmo não poderia mais realizar observações devido à sua perda progressiva da visão. Os resultados que Spallanzani relatou nessa carta foram os que Bonnet acrescentou na re-edição do *Corps organisés*, tornando-os, portanto, conhecidos à época.

Como Bonnet, Spallanzani também estudou o fenômeno em diferentes tipos de animais: hidras, caramujos, minhocas, salamandras, girinos. Verificou que todos esses animais sobreviviam e reproduziam a parte perdida, natural ou artificialmente, e que em casos como o das hidras, um novo organismo surgia de uma parte.

Embora tenha feito uma quantidade enorme de observações sobre o tema, Spallanzani publicou pouco a respeito. Em 1768, os principais resultados obtidos e o plano dos estudos que ainda pretendia realizar sobre a reprodução dos seres vivos foram publicados no *Prodomo di un'opera da imprimersi sopra le riproduzione animali* (*Programa de uma obra a ser impressa sobre as reproduções animais*). Desse livro, o que gerou maior discussão na época, foi a pesquisa sobre a reprodução da cabeça em caramujos. Muitos naturalistas e filósofos, dentre os quais Lavoisier e Voltaire, dedicaram-se a cortar a cabeça das lesmas dos caramujos. Muitas controvérsias foram levantadas sobre a regeneração nesses animais, o que levou Spallanzani a publicar,

⁴ Em carta a Vallisneri Jr., Spallanzani contou “que há mais de um ano vinha meditando” sobre a intenção de publicar uma obra sobre a geração dos seres vivos (carta de Spallanzani a Vallisneri Jr., de 20-25 de setembro de 1765: Spallanzani, *Edizione nazionale...*, *Carteggi*, 1988, v. 10, p. 257). Pode-se dizer, portanto, que Spallanzani tinha planejado dedicar-se aos estudos da regeneração antes de ler o *Corps organisés* de Bonnet, que chegou às mãos de Spallanzani pouco depois (carta de Spallanzani a Vallisneri Jr., de 04 de novembro de 1765: *ibid.*, p. 258).

⁵ Essa data é conhecida por meio dos diários de observação sobre a regeneração, escritos por Spallanzani.

bem mais tarde, duas memórias sobre o tema⁶. Fora isso, Spallanzani não publicou mais nada sobre a regeneração em particular, nem mesmo a sua pretendida obra sobre a geração dos seres vivos.

A publicação das obras completas de Spallanzani, que vem sendo feita na Itália desde os anos 1980, colocou à nossa disposição a íntegra da carta a Bonnet sobre a regeneração nas minhocas. Também disponibilizou os seus diários de observações sobre a regeneração, numa publicação de 1.500 páginas, “superando, em quantidade de anotações, todas as outras famílias temáticas dos seus diários” (Monti, 2005, p. 29).

Antes de conhecermos esses estudos de Spallanzani, vejamos o que Spallanzani pôde conhecer dos estudos de Bonnet sobre a regeneração nos vermes aquáticos.

3 BONNET E A REGENERAÇÃO EM VERMES AQUÁTICOS

Bonnet relatou ter iniciado seus estudos tomando um desses vermes e cortando-o, pela metade, em dois pedaços, então colocados numa espécie de copo de vidro com água. Observou-os por vários dias. Notou primeiro que as duas metades, a que ficara com a cabeça e a que ficara com a parte posterior do corpo do verme, mantiveram o seu movimento usual, aparentemente voluntário e desviando-se de obstáculos. Ambas as metades se mostravam mais ágeis quando expostas ao sol, especialmente a metade posterior. Depois de dois dias, colocou um pouco de lentilhas d'água e terra no copo, observando que a metade que continha a cabeça alimentou-se. Com isso, Bonnet quis mostrar que esses vermes sobreviviam à seccção de seu corpo.

Além disso, Bonnet observou que, simultaneamente, a região do corte de cada metade do animal começava a apresentar uma intumescência ou saliência, mais notável na metade correspondente à parte anterior do corpo. No dia seguinte, já se fazia notar uma pequena protuberância, de cor mais clara que o resto do corpo, e que se tornou mais perceptível ainda nos dias que se seguiram. Em uma semana, as duas metades haviam se tornado novamente um verme completo. As palavras de Bonnet foram as seguintes:

⁶ *Resultati di esperienze sopra da riproduzione della testa nelle lumache terrestri*, 1782. *Memoria seconda ed ultima sopra la riproduzione della testa nelle lumache terrestri*, 1784.

A cabeça que havia se desenvolvido na segunda metade, possuía a mesma forma da primeira e estava ajustada às mesmas funções. Também a nova cauda da primeira metade era em todos os aspectos como a antiga. O Coração, o Estômago etc. haviam se prolongado a si mesmos numa e na outra metade, e as Partes recém formadas atuavam com não menos Vigor que o resto; além disso, novos anéis foram produzidos sucessivamente depois dos antigos. (Bonnet, 1742-1743, p. 474)

Depois de repetir o experimento com êxito, Bonnet partiu para nova investigação, desta vez, multiplicando o número de secções. Cortou alguns desses vermes em 3, 4, 8, 10 e 14 pedaços, sendo que quase todos reconstituíram cabeças e caudas. Em meio a pleno inverno, disse Bonnet, ainda foi mais longe e dividiu esses vermes em 24 e 26 pedaços, “tão pequenos como átomos”. A maior parte deu origem a animais perfeitos.

Bonnet também anotou as diferenças no tempo de desenvolvimento e na capacidade de sobrevivência dos animais seccionados sob o frio do inverno, comparando com os mesmos procedimentos efetivados sob as temperaturas amenas do verão, quando o fenômeno ocorria mais rapidamente. Comparou ainda a velocidade do desenvolvimento e as dimensões alcançadas pelos diferentes pedaços seccionados, concluindo que as metades de um animal dividido em dois e os pedaços de um animal dividido em oito atingem o mesmo tamanho final, embora neste último caso, mais lentamente. Bonnet também estudou a variação do desenvolvimento dos segmentos de um mesmo verme, encontrando que se desenvolvem mais rapidamente e alcançam maior tamanho os segmentos próximos à cabeça, em comparação aos da parte posterior do corpo. Observou a alimentação e a circulação do sangue, que era visível no sentido da cauda em direção à cabeça, critério que lhe serviu para discernir, nos pedaços cortados, qual era a extremidade anterior e qual era a posterior.

Finalmente, Bonnet verificou que se cortasse apenas a cabeça ou o último anel da cauda, esses segmentos não sobreviviam 24 horas, embora a cabeça mantivesse seus movimentos nos momentos subseqüentes à divisão. Concluiu ser necessário para a reprodução que, ao se cortar as extremidades do animal, tanto anterior quanto posterior, fossem englobados até o quinto ou sexto anel, supondo que a causa estaria relacionada à condição da grande artéria nessas duas partes.

Bonnet afirmou ter chegado a 40 mil ou 50 mil o número de vermes desenvolvidos em dois anos de observações e experimentos.

As observações e experiências realizadas levavam a conhecer os “fatos” da regeneração nesses animais, dizia Bonnet. Mas eles apontavam para

algumas dificuldades. Um dos fatos observados que Bonnet julgava importante explicar era o da correta reposição da parte perdida. Bonnet assim formulou a questão:

Mas qual é a causa que determina que uma parte anterior se desenvolva preferencialmente a uma parte posterior? Por que uma cabeça se desenvolve na extremidade anterior, uma cauda se desenvolve na posterior? (Bonnet, 1985, p. 243)

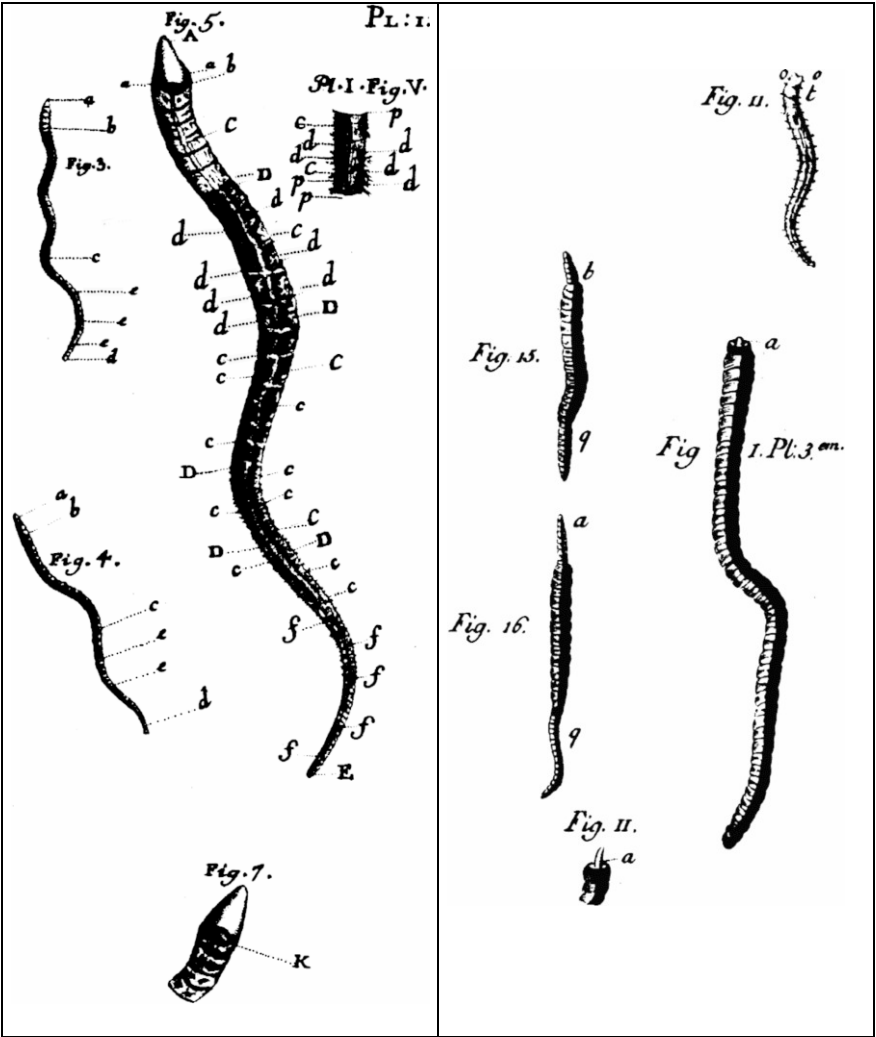
Também precisava explicar porque não ocorria com esses vermes o que fora constatado em um dos tipos de pólipos de água doce (*polype à brás*), em que um mesmo segmento podia dar origem a diversas cabeças ou diversas caudas, conforme o caso. Por que nos vermes aquáticos que investigou não se desenvolvem os germes da cabeça e da cauda na mesma extremidade? Ainda queria explicar por que um pedaço não produzia de uma só vez, nas duas extremidades, uma cabeça e uma cauda. Bonnet considerou que essas dificuldades só podiam ser explicadas por conjecturas e não pela observação direta. Ele as formulou com base na sua “teoria dos germes” como veremos adiante. Antes, vamos conhecer suas observações sobre a regeneração em minhocas.

4 BONNET E A REGENERAÇÃO EM MINHOCAS

Afirmando seguir os passos de Réaumur, que só pudera publicar, antes de morrer, um pequeno trecho no Prefácio do volume sexto de suas *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes* a respeito da regeneração em *vers de terre*⁷, minhocas, Bonnet lembra ao leitor do *Corps organisés* ter feito essas observações à época do *Traité*:

Eu as julgava tão imperfeitas quando dei ao Público meu *Traité d'Insectologie*, que evitei fazer um artigo à parte e anunciá-las no título: eu as lancei no final do Livro, e em um lugar onde poucos leitores as perceberam: nas *Explications des Figuras*. Que me seja permitido hoje tirá-las dessa espécie de Obscuridade; pois, ainda que tão imperfeitas, encerram particularidades essenciais ao meu objetivo (Bonnet, 1985, p. 218).

⁷ Réaumur e Bonnet usaram “vers de terre” como um termo genérico para diferentes espécies estudadas, da mesma forma que Spallanzani usou em sentido amplo o termo “lombri-chi terrestri” para diversas espécies que hoje classificaríamos como anelídeos oligoquetas (Monti, 2005, p. 43).



(a)

(b)

Figura 2. Regeneração em minhocas. As figuras mostram uma minhoca inteira, bem como alguns dos cortes utilizados por Bonnet (a); e as partes cortadas durante o processo de regeneração (b). Fonte: Bonnet, 1745, vol. 2.

Comparadas aos vermes aquáticos, “as minhocas são Elefantes”, disse Bonnet, e possuindo composição semelhante à dos animais “mais perfeitos”, as minhocas também mostraram multiplicar-se por cortes, ainda que

mais lentamente (Bonnet, 1985, p. 157). Assim Bonnet relatou, quase duas décadas depois, as observações que havia realizado em 1743 sobre a regeneração em minhocas:

Um verme dessa Espécie que eu cortei transversalmente no meio do corpo em 27 de Julho, começou, em 15 de Agosto, a satisfazer minha curiosidade. Da extremidade posterior da parte anterior, daquela que continha a cabeça do Inseto, saiu um apêndice vermiforme [...] e de coloração mais clara que o resto do corpo. [...] Esse apêndice, ou para exprimir-me mais exatamente, essa nova parte posterior era bem organizada. Ela era formada de uma série de anéis bem apertados. (Bonnet, 1985, pp. 219-220)

Bonnet complementou:

Ao final de um mês e meio, a partir do dia da operação, essa nova parte posterior, inicialmente tão fina, havia adquirido uma largura quase igual à do resto do corpo, e ela havia crescido proporcionalmente em comprimento. Sua cor havia tomado uma tonalidade mais escura, e os novos *intestinos* estavam cheios de terra. Sabe-se que essa espécie de minhoca alimenta-se dela. Os intestinos novamente regenerados estavam, portanto, capazes de desempenhar suas funções. (Bonnet, 1985, pp. 222-223)

Bonnet tentou diversas vezes ver a reprodução da porção anterior da minhoca seccionada, ou seja, da cabeça e dos órgãos próximos que caracterizam os dois sexos desses animais, cujo hermafroditismo era conhecido. Mas não conseguiu. A ferida cicatrizou, surgiu um pequeno ponto branco que cresceu pouco a pouco e tomou a forma de um botão que se alongou lentamente, como mostravam as figuras 2, 3 e 4 daquela prancha 3 do *Traité d'insectologie* (Figura 2). Mas o animal adquiriu coloração mais clara e transparente, permaneceu em geral sem agilidade e acabou morrendo ao final de nove meses. Em função do fracasso dessa observação, e lembrando da deficiência visual progressiva que lhe acometera, é que Bonnet havia conclamado os naturalistas a completarem os estudos sobre “o grande mistério da geração”, aprofundando-o em uma só espécie e, preferencialmente, nas minhocas.

5 SPALLANZANI E A REGENERAÇÃO EM MINHOCAS

Como já vimos, ao ler o texto de Bonnet, Spallanzani acumulava dois meses de estudos em minhocas, mas ao redigir a carta de 1766, seguiu a

mesma seqüência dos escritos de Bonnet⁸. O relato das experiências sobre a regeneração é precedido pela descrição das observações anatômicas que enfatizaram o sistema cardio-vascular das minhocas. Spallanzani reportou uma série de experimentos que realizou para verificar a afirmação de Bonnet de que as minhocas possuíam *estigmas* nas laterais do corpo, responsáveis pela respiração do animal, de modo análogo ao de outros insetos. Mergulhando minhocas em diferentes líquidos e também no vácuo de garrafa de Leyden, Spallanzani concluiu pela inexistência de tais estruturas, deixando em aberto qual seria o real mecanismo respiratório desses animais.

Em seguida, Spallanzani enumerou seis séries de experiências sobre as reproduções das partes seccionadas, destacando os resultados obtidos em cada uma delas. Assim ele descreve a primeira:

1. Cortar transversalmente uma minhoca em três partes, de modo que o ovário e os pequenos sacos fiquem na parte anterior, ou seja, na parte que contém a cabeça do verme. Resultado. Ao final de alguns meses, as partes posteriores, ou caudas, e as partes intermediárias morreram, exceto 5 ou 6 de que falarei adiante. As anteriores que continham o ovário e os sacos, depois de 16 ou 20 dias começaram a desenvolver um botão bem pequeno [...]. (Spallanzani, [1766], 1984, p. 28)

A seguir, apresentamos uma reconstituição esquematizada dessa primeira e demais 5 séries experimentais:

1. Corte transversal em 3 partes:
 - 1a – cabeça + ovário + pequenos sacos;
 - 1b – parte intermediária;
 - 1c – cauda.

Resultado:

- 1a – desenvolveram e formaram nova cauda;
- 1b – quase todas morreram*;
- 1c – quase todas morreram**.

*/** Depois de 10 meses, tendo desenvolvido na extremidade anterior (cabeça) apenas um pequeno cone, sem anéis, e uma cauda longa, com anéis, na extremidade posterior (também observado por Bonnet).

⁸ Além das minhocas, nessa carta Spallanzani também relatou as observações que fez sobre a regeneração em caramujos, salamandras e girinos.

2. Corte transversal em 3 partes:

2a – cabeça;

2b – parte intermediária + ovário + pequenos sacos;

2c – cauda.

Resultado:

2a – todas morreram;

2b – diversas produziram cabeça (bem pequena) e cauda (bem longa): começaram a alimentar-se;

2c – apenas três não morreram*.

* depois de 10 meses, tendo desenvolvido apenas um pequeno cone, sem anéis, na extremidade anterior (para a cabeça) e, uma cauda longa, com anéis, na extremidade posterior (também observado por Bonnet).

3. Corte transversal em 2 partes (Bonnet):

3a – cabeça;

3b – corpo + ovário + pequenos sacos.

Resultado:

3a – todas morreram;

3b – produziram uma cabeça que se igualou à original.

4. Partes cortadas em dois planos distintos simultaneamente:

4a – corte longitudinal, desde a cabeça até dois terços do comprimento;

4b – cauda.

Resultado:

4a – morreram;

4b – morreram.

5. Partes cortadas em dois planos distintos simultaneamente

5a – cabeça;

5b – cauda cortada longitudinalmente até dois terços do comprimento.

Resultado:

5a – produziram caudas;

5b – morreram.

6. Corte longitudinal

6a – de toda a extensão do corpo em 2 partes.

Resultado:

6a – todos morreram.

Spallanzani afirmou ter empregado 200 minhocas para cada resultado e considerou que suas experiências demonstravam que:

- As minhocas são capazes de regenerar a cabeça e a cauda; a regeneração da cabeça é mais rápida que a da cauda, conforme resultados acima indicados como 2b e 3b.
- As minhocas regeneram apenas em certas porções e em porções de um determinado comprimento (quando o segmento cortado contém os órgãos reprodutores), conforme resultados positivos em 2b e 3b e negativos em 1b, 1c, 2c e 3a.
- A regeneração em minhocas difere, portanto, da regeneração nos pólipos de água doce, capazes de gerar indivíduo com diversas cabeças e diversas caudas.
- A regeneração em minhocas difere da regeneração de vermes aquáticos, cujos segmentos seccionados, mesmo minúsculos e de qualquer parte, regeneram cabeças e caudas.
- As particularidades da regeneração estão relacionadas às diferentes estruturas dos animais.

Em suma, pode-se constatar que Spallanzani executou observações em minhocas de modo a complementar o que Bonnet havia deixado sem evidenciar, a reprodução da cabeça. Indicou o quanto essa reprodução estava relacionada à anatomia interna do animal, como Bonnet o fizera para os vermes aquáticos. Spallanzani apenas repetiu, portanto, as mesmas experiências, introduzindo pequenas variações (cortes longitudinais), que lhe haviam sido sugeridas por Bonnet. Assim, nesse estudo, Spallanzani não forneceu conhecimentos novos significativos, nem desenvolveu novos procedimentos experimentais. A sua importância está em ter expandido os dados empíricos sobre o fenômeno da regeneração a espécie mais complexa de animal, como a minhoca.

Além das observações e experiências, a carta que Spallanzani escreveu em 21 de setembro de 1766 também contém especulações teóricas para explicar o fenômeno com base na teoria da preexistência dos germes tal como formulada por Bonnet, como veremos a seguir.

6 A TEORIA DA PREEXISTÊNCIA DOS GERMES

Como seus contemporâneos, Bonnet se preocupou em fornecer uma explicação teórica para as descobertas sobre os modos pelos quais as

plantas e os animais se reproduzem, crescem e se regeneram. Como ele mesmo repetiu diversas vezes nos livros aqui mencionados, essas explicações teóricas eram “conjecturas” elaboradas a partir dos dados obtidos em suas próprias observações e nas observações dos naturalistas que citava.

Bonnet procurou conciliar as descobertas à hipótese que defendia acerca da geração. Bonnet usou termos diferentes para referir-se a essa hipótese: “teoria da preexistência”, “teoria da evolução” e ainda “teoria dos germes”. Alegou que a descoberta da regeneração era muito útil à História Natural, porque, em seu entender, fortalecia suas conjecturas. Ele disse:

A primeira utilidade [da descoberta da regeneração] é a de aperfeiçoar e estender nossas idéias sobre a economia animal em geral. [...] A segunda [...] diz respeito à maneira pela qual são produzidos os corpos organizados. Para explicá-la, a nova Filosofia inventou a bela teoria dos germes contidos uns dentro dos outros, que se desenvolvem sucessivamente. Nada é mais apropriado para confirmar essa doutrina [...] do que a descoberta dos insetos que se multiplicam *por cortes (bouture)*. Como explicar de outro modo e satisfatoriamente tudo o que concerne a essa maravilhosa multiplicação? (Bonnet, 1745, vol. 2, pp. xix-xxiv)

Assim também raciocinou Lazzaro Spallanzani ao final da carta a Bonnet, onde explicita sua concordância com o que chamou “2º princípio de reparação nos animais e vegetais” que o genebrês havia proposto e que considerou “bem justo”. O princípio do “desenvolvimento de germes suspensos nos seres vivos; por eles o sr. explica a regeneração de um novo todo orgânico, ou de uma nova parte integrante” (Spallanzani, [1766], 1984, p. 40).

Bonnet definia “corpos organizados” como aqueles que crescem e se multiplicam e são formados de partículas elementares arranjadas entre si como uma malha, formando “fibras simples”. Estas fibras simples (“que não são elas mesmas compostas de outras fibras, o que iria ao infinito”) eram, para Bonnet, elementos particulares que, por sua vez, formariam os vasos e todos os outros órgãos. Essa constituição interna do corpo organi-

⁹ Bonnet supunha a existência de dois tipos de elementos: os primitivos ou inorgânicos, tomados como corpos simples e homogêneos, como um glóbulo de ar ou um glóbulo de água; e os elementos secundários ou orgânicos, como os germes, são formados a partir dos átomos inorgânicos, sendo compostos, ainda que invariáveis ou imperecíveis (Bonnet, 1985, p. 61).

zado, Bonnet relacionou com os germes:

A Matéria foi prodigiosamente dividida e os Germes são, de certo modo, as últimas divisões da Matéria organizada. O meu objetivo aqui é o de procurar estabelecer que isso que nomeamos produção ou reprodução nas nossas espécies de *Zoófitos* não é senão o desenvolvimento de pequenos Todos orgânicos que preexistiam no grande Todo em que reparam as perdas. [...] Não é jamais uma *geração* propriamente dita; é sempre a simples *evolução* do que já estava engendrado. (Bonnet, 1985, p 241)

Outro aspecto relacionado à preexistência diz respeito ao que se chamou à época “panspermia” e “encaixamento” (*emboîtement*). Segundo a panspermia, os germes se encontrariam em toda parte e iniciariam seu crescimento quando encontrassem local adequado. Segundo o *emboîtement*, os germes estariam armazenados ou encaixados, uns dentro de outros. Sobre as duas hipóteses, posicionou-se Bonnet mais favorável à segunda, conforme suas palavras, já destacadas em Castañeda (1992, p. 123):

Essas duas hipóteses possuem, cada uma, sua probabilidade. Mas não se pode supor um encaixamento ao infinito, o que seria absurdo. A divisibilidade da matéria ao infinito, pela qual se pretendeu sustentar 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. Nós ignoramos absolutamente quais são os últimos termos da divisão da matéria. (Bonnet, 1985, p. 87)

No *Contemplation de la nature*, Bonnet também advertiu que a noção de *encaixamento* não implicava na idéia de infinitas miniaturas de corpos inteiramente prontos, uns dentro dos outros, como o modelo das bonecas russas¹⁰:

Eu disse que não se deve imaginar que todas as partes de um corpo organizado estão em miniatura no germe, precisamente do mesmo modo como aparecem, grandes, no todo desenvolvido. [...] Todas as partes [do germe] têm arranjos que diferem extremamente daqueles que obterão em seguida e que serão o efeito natural da impulsão dos líquidos e da *evolução*. Eu acrescento aqui que entendo pela palavra *germe* toda pré-ordenação, toda pree-

¹⁰ Para Bonnet, o *emboîtement* implicava em que gerações sucessivas de organismos estariam encapsuladas umas dentro das outras, mas não conforme descreveu Nicolas Malebranche (1638-1715) em *De la recherche de la vérité* (*Sobre a pesquisa da verdade*), de 1674, dizendo que os germes dos pequenos seres que irão nascer preexistem no corpo, ou no “ovo” da mãe, encaixados uns dentro dos outros.

xistência de partes capazes, por si mesmas, de determinar a existência de uma planta ou de um animal. (Bonnet, 1764, vol. 1, pp. xxviii-xxix)

Nesse sentido, Bonnet considerava os germes dotados de uma espécie de eternidade que, através da reprodução, passavam de um organismo a outro, onde se desenvolviam ou, como dizia, “evoluíam”. Além disso, Bonnet acreditava que esses germes preexistentes eram transmitidos pelos ovos das fêmeas, e não pelo sêmen masculino, como expressou no trecho a seguir:

Todo Corpo organizado preexistia antes da fecundação, e esta não fazia mais que proporcionar o desenvolvimento do Todo orgânico desenhado, antes, em miniatura, na semente [da planta] ou no ovo”. [...] Eu tentava explicar como a fecundação operava esse efeito e, à medida que eu analisava, eu me persuadia cada vez mais que seria demonstrada um dia a preexistência do Germe dentro da fêmea, e que o espírito seminal [do macho] não engendraria nada. (Bonnet, 1985, p. 14)

Os ovários das fêmeas conteriam “embriões preformados que apenas esperavam, para começarem a se desenvolver, a ajuda de certas causas” (Bonnet [1762], 1985, p. 114). Aqui entrava em cena o sêmen masculino: essa causa seria o contato com a matéria seminal (pólen dos estames ou líquido seminal do macho), entendida como “uma espécie de fluido nutritivo, destinado a tornar-se o princípio de desenvolvimento” do ovo, no momento da fecundação (Bonnet, 1985, p. 31).

O líquido seminal entraria no germe do interior do ovo, “onde tudo está em repouso perfeito e tudo é sólido”, iniciando uma circulação que anima todas as suas partes (Castañeda, 1992, p. 130). O líquido seminal funcionaria, portanto, como um tipo de estimulante ao movimento. Enquanto circula e faz circular as partes, o líquido seminal também penetra nos órgãos do embrião, animando-os. Assim, por exemplo, ao ingressar no coração, iniciaria o seu movimento. Ao mesmo tempo, distendendo e abrindo as malhas internas do germe, modificaria o seu interior e ocasionaria o seu desenvolvimento.

Sendo um suco nutritivo, o líquido seminal conteria “as moléculas que correspondem às diferentes partes do macho; pois ele imprime ao Germe os traços de semelhança com diferentes partes daquele [macho]” (Bonnet, 1985, p. 426). Assim, o líquido seminal teria o duplo papel de “animar”, ou seja, dar início, e também de manter o desenvolvimento do germe, isto por meio de um processo nutritivo que propiciaria o crescimento ao mesmo tempo em que imprimiria as características do macho.

A partir daí, o germe, inicialmente invisível, por ser muito pequeno e translúcido, cresceria pela ação desses fluidos, ganhando gradativa espessura e visibilidade. Bonnet ainda argumentou que, a partir desse momento, a teoria alternativa da epigênese servia para explicar o desenvolvimento do organismo¹¹. Ou seja, *depois* da fecundação, como vemos no trecho a seguir:

Eu acabo de expor ao meu leitor diversos fatos interessantes que parecem reunir-se para fazer da *evolução* uma lei geral do sistema orgânico. Essa lei supõe manifestamente a preexistência dos germes; nada pode desenvolver-se que já não esteja pré-formado. O animal vegeta [isto é, se desenvolve] como a planta. Mas a evolução [segundo a preexistência] não exclui por si mesma a epigênese. O animal formado por *justaposição* na afluência das duas sementes, sujeitar-se-ia em seguida à lei do desenvolvimento [ou seja, aquela que é descrita pela epigênese]. (Bonnet, 1985, p. 142)

7 A TEORIA DA PREEEXISTÊNCIA APLICADA À REGENERAÇÃO

Bonnet procurou mostrar como a teoria dos germes explicava também o caso particular da formação das partes perdidas de um animal. Uma vez que, nesses casos, não havia fecundação era preciso esclarecer como ou o quê provocava o início do desenvolvimento da parte regenerada.

O primeiro “fato de observação” relativo à regeneração que Bonnet pretendeu explicar foi a própria conservação da vida em cada porção do indivíduo repartido. Isso era possível, disse ele, desde que se admitisse que cada pedaço do animal contivesse todas as partes necessárias à vida e que a estrutura interna fosse tal que a sua separação do todo não causasse qualquer desarranjo. Essas partes necessárias à vida eram os “germes” que, distribuídos por todo o corpo do animal ou planta, estariam apenas esperando uma circunstância favorável para desenvolver-se.

Assim se expressou Bonnet:

A secção produz essa circunstância. Ela desvia, a favor dos germes, a parte do fluido alimentar que teria sido usada no crescimento do Verme inteiro;

¹¹ Bonnet fez a contraposição de sua teoria à “epigênese” defendida pelo “autor da *Venus physique*”, ou seja, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), que havia publicado esse livro de forma anônima. O termo epigênese aparece poucas vezes no *Corps organisés*, onde é mais freqüente o uso alternativo das expressões “explicação puramente mecânica”, “formação mecânica dos germes” (Bonnet, 1985, pp. 121; 37; 39).

da mesma maneira que, de forma semelhante, *podando* uma árvore, ou cortando um de seus grandes ramos, vê-se sair em volta do corte um grande número de botões que, sem essa operação, não teriam se desenvolvido. (Bonnet, 1985, p. 40)

Spallanzani concordava com isso que chamou de primeiro dos dois princípios de desenvolvimento propostos por Bonnet:

Pelo desenvolvimento de pequenos filamentos que, seguindo certas circunstâncias, são obrigados a prolongar-se em diversos sentidos, o Sr. explica a regeneração de uma nova pele num animal, da nova casca num vegetal, as feridas etc. (Spallanzani, [1766], 1984, p. 40)

Mas, se cada germe é um animal em miniatura, ou melhor, possui em miniatura todas as partes de um animal adulto, como explicar, entre outros casos, o da regeneração exclusiva da parte que foi perdida, como a pata da lagosta, ou a cabeça, ou a cauda, de uma minhoca seccionada? E como explicar por que o desenvolvimento que se iniciou em uma das partes do germe não continua em todas as outras partes desse germe, dando origem não apenas à parte perdida do animal, mas, simultaneamente, a outras partes?

Para solucionar essas dificuldades, Bonnet mencionou duas possibilidades: ou haveria germes particulares para cada parte do corpo ou os germes seriam de um único tipo e algum impedimento seria responsável pelo crescimento diferenciado de suas partes. Inicialmente, Bonnet mostrou-se inclinado por esta segunda alternativa, como vemos no trecho a seguir:

Essas dificuldades [...] se reduzem, me parece, a imaginar causas capazes de impedir o desenvolvimento de algumas partes do Germe. De fato, não creio que se possa admitir Germes particulares para cada órgão, e multiplicar assim inutilmente os Seres. (Bonnet, 1985, p. 40)

Bonnet pensava que as partes dos germes que se alimentam e crescem são aquelas cujo arranjo, posição ou estrutura assim o permitem. Também a relação da estrutura do germe com a estrutura do corpo onde se desenvolve, bem como algumas circunstâncias exteriores (Bonnet forneceu o exemplo da umidade para o caso das plantas) foram apontadas como responsáveis pelo desenvolvimento de uma parte do germe e não das outras.

Assim, Bonnet imaginou que em um corpo que sofre um corte, os germes mais próximos à região do corte se multiplicam. Além disso, o que

se multiplica não é o germe inteiro, mas apenas aquelas partes que ficam na extremidade do germe mais próxima ao corte. O restante do germe não se desenvolve porque a pressão derivada do aumento de tamanho das partes que se desenvolveram impede que absorva os fluidos nutritivos.

Bonnet resumiu o processo desta forma, no capítulo IV da primeira parte do *Corps organisés*:

LII. Dessas diferentes fontes, tiramos portanto as seguintes conjecturas:

1°. Que os Germes destinados a completar cada porção estão arranjados em fila, no meio e ao longo do interior do Verme.

2°. Que eles estão colocados ali de modo que sua parte anterior se volte à cabeça do animal.

3°. Que no Verme inteiro, os Germes ou não recebem nenhum alimento, ou, se recebem, o efeito é aniquilado pela resistência ou pressão das partes vizinhas.

4°. Que o efeito da secção é, primeiramente, desviar para o Germe mais próximo do corte, a parte do fluido nutritivo que teria sido empregada para a alimentação e crescimento do Todo; secundariamente, facilitar a erupção e o alongamento do Germe, fornecendo-lhe um espaço livre.

5°. Que à medida que o germe cresce e se estende, a parte de seu corpo que fica dentro do corpo do Verme, ou no pedaço, se une a ele por um verdadeiro *enxerto*; os vasos de um gênero se juntam aos do mesmo gênero, de modo que se estabelece entre eles uma circulação comum e direta, como se vê acontecer às porções de diferentes pólipos, colocados ponta a ponta. (Bonnet, 1985, p. 41)

No entanto, mais tarde, esse modelo pareceu a Bonnet gerar dificuldades difíceis de solucionar. Ele retomou argumentos já expostos por Réaumur em seus estudos publicados, em 1712, sobre a regeneração em lagostas (Figura 3). Um dos problemas era o da quantidade de germes necessários para dar conta do modelo de um único tipo de germe. Cada ponto da pata de uma lagosta, por exemplo, teria que possuir um germe que viesse a se desenvolver quando necessário. E como cada nova pata de lagosta, outra vez perdida, também é reposta, seria necessário ainda admitir que cada nova pata fosse preenchida, como as anteriores, de uma infinidade de germes. Por sua vez, a suposição da existência de germes de tipos diferentes, particulares para cada parte do organismo, reduziria significativamente o número de germes necessariamente armazenados em cada corpo. Dessa forma, Réaumur mostrou-se favorável à essa alternativa, conforme o tre-

mais cômodo e, talvez, de mais razoável, seria supor que essas pernas pequenas que vemos nascer estavam, todas elas, encerradas em pequenos ovos e que tendo cortada uma parte da pata, os mesmos sucos que nutriam e faziam crescer essa parte, foram empregados para fazer desenvolver e nascer a espécie de pequeno **Germe de pata**, encerrado nesse ovo. (Réaumur, 1712, p. 232; sem ênfase no original)

Réaumur supôs que haveria uma provisão de germes de patas e de partes de patas, de maneira semelhante à provisão que os animais têm para a reposição dos dentes. Adotando essa mesma perspectiva, Bonnet apresentou então a sua mudança de opinião, conforme escreveu no Capítulo 1 da parte 2 do *Corps organisés*:

Esses Germes devem representar em miniatura um Animal inteiro, uma vez que são preparados pela multiplicação natural do Inseto. Mas não há também Germes destinados a reparar a perda de uma ou de outra das extremidades? Esses Germes contêm também os elementos de todas as partes próprias ao Inseto? Eles são o próprio Inseto, em miniatura? Não é somente a parte anterior que se desenvolve no Germe destinado a reparar a perda da cabeça, etc.? Eu parecia admiti-lo no Capítulo IV, da primeira Parte, Artigos L, LI e LII, e indiquei algumas causas que podem impedir o crescimento da parte do Germe que não deve se desenvolver. Hoje, após ter refletido por mais tempo, não vejo nenhum inconveniente em supor nesse tipo de Verme, Germes de partes anteriores e Germes de partes posteriores. (Bonnet, 1985, p. 239)

Além disso, Bonnet também expressou a preferência pela suposição da existência de germes dissimilares entre si conforme o tipo de reprodução a que se destinam. Alguns estariam encerrados nos ovários e dariam origem a novos organismos; os que se encontram distribuídos pelo corpo seriam os responsáveis pela regeneração, conforme o trecho a seguir:

O Autor da Natureza encerrou, pois, nos ovários da Galinha, os Germes dos Pintinhos que devem nascer. Pode-se dizer que ele colocou nos corpos dos diferentes Vermes, espécies de ovários que contêm Germes prolíficos. Mas enquanto os ovários da Galinha ocupam uma região particular, esses de nossos Vermes estão espalhados por todo o tronco. A experiência o demonstra, pois em qualquer lugar do tronco que se faça uma secção, ele reproduz novos órgãos. (Bonnet, 1985, pp. 238-239)

Assim, além dos “germes prolíficos”, existiriam os germes responsáveis pela reposição de partes perdidas. Estes, por sua vez, eram “particulares”, ou parciais, isto é, específicos para cada parte do corpo. Haveria, por e-

xemplo, germes de cabeça e germes de cauda.

Diante desta concepção, Bonnet se viu obrigado a propor uma nova explicação para o desenvolvimento do germe correspondente à exata parte perdida. Por que nasce uma cabeça, e não uma cauda, na extremidade anterior de um verme aquático seccionado? Uma vez que “o desenvolvimento é sempre o efeito da nutrição”, ele buscou essa nova explicação na distribuição do sangue pelo corpo do verme e que resumimos a seguir.

Além da grande artéria que observara sempre conduzir o sangue no sentido ascendente ao longo do corpo do verme, Bonnet apresentou como uma “conjectura permitida”, uma vez que não dispunha de confirmação observacional, a existência de outras artérias, de movimento descendente, que assegurassem a nutrição para as partes posteriores do verme. Estas artérias descendentes poderiam ter “ligações diretas e imediatas”, nas partes anteriores do verme, com os germes da cabeça e não com os germes da cauda, garantindo o desenvolvimento dos primeiros, mas não destes últimos (Bonnet, 1985, p. 244).

Como vimos anteriormente, Spallanzani concordava com a teoria dos germes formulada por Bonnet. A passagem a seguir também o expressa claramente:

A regeneração de uma cabeça em uma minhoca ou em um caramujo exige necessariamente um germe que se desenvolve, de outra forma o fenômeno fica inexplicável. Isso está fora de questão. (Spallanzani, [1766], 1984, p. 40)

Mas além de aceitar o modelo, aqui vemos o interesse que tinha em encontrar evidências que o confirmassem:

Esse germe que se desenvolve na porção seccionada, segundo o Sr. é uma espécie de enxerto animal. À medida que os vasos do germe se desenvolvem, eles se encontram em diferentes pontos com os vasos da porção seccionada, e desse encontro resulta uma circulação comum. É assim que o Sr. explica de uma maneira bem natural como a parte nova reproduzida se une à porção seccionada. Para confirmar essa vossa bela explicação, seria desejável encontrar algum vestígio desse enxerto nos animais, como nós o encontramos nos vegetais. Nestes, as *anastomoses* são bem visíveis [...] Na reprodução dos pequenos animais, o Sr. bem refletiu, a *pequenez e a transparência dos vasos não permitem que se observem essas anastomoses*. Parece-me, no entanto, que essas *anastomoses* deveriam aparecer nos animais grandes; e o caramujo devia ter lugar entre eles. [...] Antes que o inverno se aproxime, eu quero dedicar-me a essa pesquisa com toda a atenção. (Spallanzani, [1766], 1984, p. 40)

Outros aspectos da teoria que precisavam ser evidenciados também foram tomados pelos autores aqui discutidos. Ao compararem a formação dos dentes à regeneração, Réaumur e Bonnet achavam necessárias observações planejadas para conhecer qual o tamanho da provisão de germes que encerram em miniatura as partes semelhantes àquelas que a natureza teria intenção de repor. Bonnet fez experimentos tentando determinar o tamanho dessa provisão no caso dos vermes de água doce, e relatou ter visto o mesmo indivíduo, em água pura, produzir, sucessivamente, doze cabeças, depois de ser mutilado onze vezes em sua porção anterior. Spallanzani também seccionou seguidamente o mesmo animal para tentar conhecer se havia um número limite de germes provisionados para a regeneração.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Réaumur iniciou a sua memória sobre a reprodução de algumas partes das lagostas, lembrando que os filósofos recusavam-se a acreditar na fé dos homens do povo que relatavam sobre um fato tão surpreendente quanto esse. Seriam desculpados os filósofos, diz Réaumur, se baseados no estudo da Natureza:

Os sábios são bem prevenidos contra as maravilhas que o vulgo crê de boa vontade. É uma disposição sábia, mas também não devem jamais negar os fatos mais surpreendentes da mesma maneira que o povo o faz, isto é, sem tê-los examinados com bastante cuidado. (Réaumur, 1712, p. 223)

Os relatos que apresentamos aqui servem de exemplos de que o fenômeno da regeneração tornou-se um tema privilegiado das observações efetuadas por naturalistas do século XVIII. Também procuramos mostrar que a regeneração adquiriu esse status que hoje denominamos de “objeto de pesquisa”, de forma associada aos diferentes tipos de reprodução dos organismos e respectivos processos de crescimento. Reunidos, os estudos desses fenômenos eram obrigatórios para a discussão das teorias de geração dos seres.

Por outro lado, nosso interesse foi o de identificar algumas relações entre as pesquisas de Bonnet e Spallanzani. Em Bonnet, vimos as linhas gerais que nortearam a sua investigação empírica e o modo como procurou explicar os fenômenos observados por meio de conjecturas articuladas em torno do que denominou “teoria dos germes”. Nesse aspecto, apontamos que algumas de suas idéias provinham de Réaumur. Em Spallanzani, mos-

tramos que embora tivesse iniciado suas observações de forma independente, o pronto acesso às obras de Bonnet acabou direcionando a sua investigação sobre a regeneração. Spallanzani seguiu o mesmo roteiro das observações de Bonnet, o que o levou a expandir parcialmente os dados empíricos sobre o fenômeno da regeneração em animais mais complexos que os examinados minuciosamente por Bonnet.

Do ponto de vista metodológico, a regeneração, assim como outros fenômenos estudados nos seres vivos naquele século, contribuiu para o fortalecimento de procedimentos experimentais que contrariavam a perspectiva apresentada em diversas obras destinadas à história da biologia. Dentre os aspectos centrais, podemos citar, a título de exemplo, a “constância filosófica”, ou seja, o ocupar-se de um só tipo de animal em toda a profundidade necessária, como fizeram os autores aqui mencionados com minhocas, caramujos, lagostas etc.

Outro aspecto é o da comparação do fenômeno observado em animais diversos, relacionando com sua organização mais ou menos “composta”. Este aspecto indica claramente que esses naturalistas vinculavam os estudos da microestrutura anatômica às experiências voltadas a conhecer o funcionamento dos seres vivos. Os naturalistas observadores aqui mencionados, tanto basearam-se nos estudos dos anatomistas, quanto complementaram com suas próprias observações tudo o que se relacionava às funções que investigavam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTOTE. *Histoire des animaux*. Paris: Gallimard, 1994.

BONNET, Charles. An abstract of some new observations upon insects. Translated from the French by P. H. Z. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **42**: 458-488, 1742-1743.

———. *Traité d'insectologie ou observations sur les pucerons*. Première partie. *Traité d'insectologie ou observations sur quelques espèces de vers d'eau douce, qui coupés par morceaux, deviennent autant d'animaux complets*. Seconde partie. Paris: Durand, 1745.¹²

———. *Considérations sur les corps organisés*. [1762]. Paris: Fayard, 1985.

———. *Contemplation de la nature*. Amsterdam: M.-M. Rey, 1764. 2 vol.¹³

¹² Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: 01 junho 2007.

¹³ A edição de 1781 está disponível em: <<http://gallica.bnf.fr>>. Acesso em: 01 junho 2007.

- CASTAÑEDA, Luzia A. *As idéias pré-mendelianas de herança e sua influência na teoria de evolução de Darwin*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Genética e Evolução) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- CHURCHILL, Frederick B. Regeneration: 1885-1901. Pp. 113-150, *in*: DISNMORE, Charles E. (ed.). *A history of regeneration research: milestones in the evolution of a science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- DINSMORE, Charles E. Lazzaro Spallanzani: concepts of generation and regeneration. Pp. 67-89, *in*: DISNMORE, Charles E. (ed.). *A history of regeneration research: milestones in the evolution of a science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- . Charles Bonnet et le concept de régénération animale. Pp. 91-103, *in*: BUSCAGLIA, Marino et al. (ed.). *Charles Bonnet savant et philosophe (1720-1793). Actes du colloque international de Genève (25-27 novembre 1993)*. Genève: Passé Présent, 1994.
- DIDEROT, Denis & D'ALEMBERT, Jean le Rond (eds.). *Encyclopédie, ou dictionnaire raisonne des sciences, des arts et des metiers*. Vol. 8. Neufchastel: S. Faulche, 1765.¹⁴
- MONTI, Maria Teresa. *Spallanzani e le rigenerazioni animali: l'inchiesta, la comunicazione, la rete*. Milano: Olschki, 2005.
- RÉAUMUR, René-Antoine Ferchault de. Sur les diverses reproductions qui se font dans les écrevisses, les homards, les crabes [...] et entre autres sur celles de leurs jambes et écailles. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*: 223-242, 1712.
- . *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*. Vol. 1. Paris: Imprimerie Royale, 1734.¹⁵
- SPALLANZANI, Lazzaro. Prodomo di un opera da imprimersi sopra le riproduzioni animali [1768]. Vol. 1, pp. 195-225, *in*: *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Editado por Pericle di Pietro. Parte quarta, Opere edite direttamente dall'Autore. Modena: Mucchi, 1996.
- . Risultati di esperienze sopra la riproduzione della testa nelle lumache terrestri [1782]. Vol. 5, pp. 7-22, *in*: *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Editado por Pericle di Pietro. Parte quarta, Opere edite direttamente dall'Autore. Modena: Mucchi, 2001.

¹⁴ Disponível em <<http://portail.atilf.fr/encyclopedie/index.htm>> Acesso em: 01 março 2007.

¹⁵ Disponível em <<http://gallica.bnf.fr/>> Acesso em 01 março 2007.

- . Memoria seconda ed ultima sopra la riproduzione della testa nelle lumache terrestri [1784]. Vol. 5, pp. 51-103, in: *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Editado por Pericle di Pietro. Parte quarta, Opere edite direttamente dall'Autore. Modena: Mucchi, 2001.
- . *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Editado por Pericle di Pietro. Parte prima: Carteggi. Volume secondo: Carteggio con Charles Bonnet. Modena: Mucchi, 1984.
- . Antonio Vallisneri Jr. Vol. 10, pp. 216-278, in: SPALLANZANI, Lazzaro. *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Editado por Pericle di Pietro. Parte prima: Carteggi. Volume decimo: Carteggi con Sperges [...] L. Vallisneri. Modena: Mucchi, 1988.
- . *Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani*. Editado por Carlo Castellani e Maria Teresa Monti. Parte sesta, Manoscritti. Vol. 1, Quaderni delle rigenerazioni animali. Tomo 1. Modena: Mucchi, 2003.