

*SOBRE PENTASTOMÍDEOS,
ONICÓFOROS E TARDÍGRADOS*

Pertencço à última geração de intelectuais que foi educada, em grande medida, pela prática da memorização através da repetição mecânica. Conheço, pois, o discurso de Gettysburg de cor — quem é capaz de expungir aquilo que aprendeu aos dez anos? (Por outro lado, quem, aos cinquenta anos, é capaz de reter os itens mais importantes vistos na semana passada?) Seja como for, lembro-me bem da frase de Lincoln aos paleontólogos: “Aqui, em reverência, decidimos que esses mortos não terão morrido em vão”. E quando Stephen Dedalus, nos romances de Joyce, entranha “*on old Olympus's top-most tops*” em seu fluxo de consciência, sei que está empregando um velho recurso mnemônico para lembrar-se dos nomes dos nervos cranianos na seqüência certa, da frente para trás: *olfactory, optic, oculomotor, trochlear, trigeminal*...*

Entre as peças clássicas de memorização mecânica na escola primária, duas se destacam pela utilidade que viriam a ter para paleontólogos como eu: a escala do tempo geológico e a lista dos filos animais, isto é, as grandes divisões taxonômicas da vida em nosso reino (entre vinte e quarenta, dependendo da versão que decoramos). Meus colegas de escola não reclamavam muito de terem que aprender de cor os dez ou doze grupos principais — afinal, todos tínhamos a obrigação de distinguir um vertebrado de um artrópode de um molusco de um equinodermo, pois vivíamos deparando com essas criaturas em nosso dia-a-dia. Mas quando chegava ao grande número dos chamados “filos menores” — aqueles bichinhos, todos de nomes impronunciáveis, como os ctenóforos e os priapulídeos —, a maioria de nós sentia apenas desprezo e repugnância: nunca conseguíamos lembrar deles nos

(*) Olfativo, óptico, motor-ocular comum, patético, trigêmeo. (N. T.)

exames e nunca os encontrávamos em nossas andanças pelo Central Park ou Jones Beach* (a “natureza” dos garotos nova-iorquinos).

No entanto, esses filos “menores” apresentam alguns dos problemas mais fascinantes da história natural e não deveriam ser arrolados entre os excomungados e expatriados. Para começar, só são “menores” em termos de número de membros vivos (já que poucas espécies existem hoje) — embora alguns, os braquiópodes e os briozoários em particular, preponderem nos mais antigos registros fósseis da vida animal multicelular. Além disso, esses grupos decididamente não são menores no que tange à singularidade da sua anatomia, pois são tão diferentes, uns dos outros, quanto um peixe e uma mosca, ou um marisco e um pepino-do-mar.

Os filos menores devem desempenhar um papel crucial na resolução do maior de todos os mistérios envolvendo a história e o registro fóssil da vida animal. Já escrevi diversas vezes, nestes ensaios, sobre a “explosão cambriana”, o intervalo de tempo extremamente curto durante o qual praticamente todas as estruturas anatômicas básicas da vida animal surgem pela primeira vez no registro fóssil. De acordo com um estudo recente (veja o ensaio anterior), o primeiro a basear-se em datas rigorosamente determinadas por radiometria, esse episódio teve a duração incredivelmente curta de 5 milhões de anos, entre 535 e 530 milhões de anos atrás.

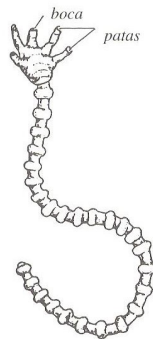
Desde então, um único novo filo com registro fóssil marcante foi acrescentado aos arquivos da vida: os briozoários, um grupo de pequenos organismos coloniais que, à maneira dos corais formadores de recifes, secretam esqueletos calcificados em torno de cada animal de uma colônia. (Os briozoários surgiram no início do período imediatamente seguinte, o Ordoviciano, e a sua ausência no Cambriano pode ser um artefato da nossa incapacidade de encontrar representantes anteriores.) Seria possível argumentar, sem grande exagero, que os 530 milhões de anos subseqüentes de evolução produziram apenas variações de temas estabelecidos durante essa explosão inicial — embora alguns desses pequenos aguilhões (como a consciência humana e o vôo dos insetos) tenham exercido um impacto bastante razoável na história da vida!

Os filos menores oferecem-nos uma chave para compreendermos a explosão cambriana, pois representam uma possível exceção e um

(*) Praia artificial criada em 1924 por Robert Moses. (N. T.)

abrandamento. Esse episódio, conforme expus, é terrivelmente enigmático e contraria todos os pressupostos habituais sobre o caráter basicamente lento e constante das mudanças evolutivas. Portanto, os paleontólogos sempre buscaram (inconscientemente, na maioria das vezes, pois é assim que atuam nossos mais profundos preconceitos) circunstâncias ou argumentos mitigadores que pudessem refutar ou estender no tempo a explosão cambriana.

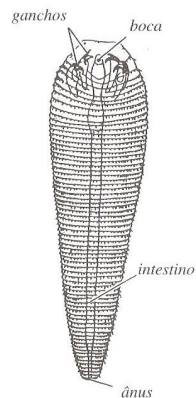
Entre essas peitas às nossas preferências uniformitaristas, nenhuma é mais comum — posso até ouvir as palavras ecoando em minha mente, proferidas por consensos de professores e lidas em dezenas de livros — do que evocar os filos menores com o intento de reduzir a explosão cambriana a uma mera intensificação de possibilidades comuns e negá-la como um evento único: “Como você pode afirmar que todos os filos originaram-se durante esse mínimo intervalo inicial? Afinal, cerca de metade dos filos animais não possui nenhuma parte dura e, portanto, não aparece no registro fóssil. Como saber se esses grupos não foram surgindo paulatinamente ao longo dos 530 milhões de anos desde a explosão cambriana? Além do mais, a maioria desses



O pentastomídeo *Cephalobaena tetrapoda*. Nancy J. Haver, baseado em Barth e Broshears, 1982. Em *Invertebrates*, de Richard C. e Gary J. Brusca, Sinauer Associates, 1990.

filos contém pouquíssimas espécies. Tamaña raridade não indica uma origem potencialmente recente, já que haveria pouco tempo para a disseminação e especiação graduais?”.

O argumento não é desarrazoado, e parece particularmente forte sob certas circunstâncias. Consideremos, por exemplo, o caso de um clássico filo menor com poucas espécies — os pentastomídeos, cujo nome significa literalmente “com cinco bocas”, uma referência aos dois pares de membros em torno da boca verdadeira, na extremidade anterior. Em algumas espécies (veja a ilustração), a boca situa-se na ponta de um pedúnculo de comprimento comparável ao das quatro pernas circundantes, dando assim a aparência de uma estrela de cinco pontas. O nome popular, *tongue worm* [verme lingulado], celebra as espécies mais comuns, cujo aspecto lembra uma língua de vertebrado em miniatura* — veja a ilustração.



O pentastomídeo *Linguatula serrata*. Nancy J. Haver, baseado em Sedgwick, 1888. Em *Invertebrates*, de Brusca e Brusca, 1990.

(*) Em português, os pentastomídeos também são conhecidos por linguatulídeos. (N. T.)

Os pentastomídeos são parasitas e vivem quase exclusivamente em vertebrados terrestres — um grupo que só se desenvolveu bem depois da explosão cambriana. Os pentastomídeos também se assemelham aos artrópodes crustáceos em várias características importantes. Portanto, após um século de acaloradas discussões e uma ampla variedade de hipóteses, que iam desde juntar os pentastomídeos a outros grandes filos até conferir-lhes um estatuto próprio, chegou-se recentemente a um consenso e essas enigmáticas criaturas são hoje vistas como um filo que evoluiu a partir de uma linhagem crustácea muito depois da explosão cambriana. E se esses singulares pentastomídeos puderam se desenvolver mais recentemente a partir de um grupo bem estabelecido, por que o mesmo não poderia ter ocorrido com outros filos menores? A explosão cambriana perderia então o seu caráter de exclusividade e a evolução, essa “máquina de fazer filos”, voltaria a operar nas grandes amplitudes do tempo geológico.

Escrevo este ensaio para apresentar alguns dados recém-publicados que nos levam à conclusão oposta: a explosão cambriana foi ainda mais ampla em seu âmbito e mais exclusiva quanto aos seus efeitos do que se admitia até hoje, mesmo por seus partidários. Esses dados foram apresentados em duas monografias — publicadas em 1994 por meus colegas, os paleontólogos alemães Dieter Walossek e Klaus J. Müller, da Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität em Bonn. Esses longos artigos especializados sobre a anatomia de pequenos fósseis cambrianos acabam invariavelmente à margem da percepção do público (ao mesmo tempo em que costumam criar um rebuliço no minúsculo círculo de paleontólogos profissionais). Pouquíssimos “jornalistas científicos” têm paciência para os detalhes arcanos da anatomia descritiva (e a tradição profissional de escrever artigos num jargão altamente especializado também contribui, e muito, para o impasse). Além do mais, lamentavelmente, taxonomia e anatomia ocupam o degrau mais baixo da escada do *status* científico — um campo visto como antiquado, ainda que dócil e inofensivo, mais adequado ao século XVIII de Lineu do que ao mundo moderno da biologia molecular.

Entretanto, a importância de uma descoberta está no seu impacto e no seu poder de reformar as idéias expressas e as teorias que são por ela alteradas, e não na “modernidade” da metodologia empregada. A adoção acrítica de modismos pode nos deixar cegos ao valor permanente de coisas que passam despercebidas ou são abandonadas como

obsoletas. É só pensar em figuras luminosas e perenes como Bach e Brahms, repudiados na maturidade como músicos irrecuperavelmente antediluvianos por um bando esquecível e esquecido de devotos dos “últimos” modismos. Devemos julgar segundo a qualidade e a relevância para as idéias centrais da ciência, não pela utilização ou não das máquinas ou jargão que estiverem porventura no auge da moda.

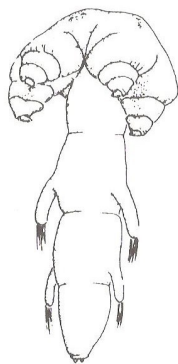
Os artrópodes são, de longe, o maior filo, com importantes subgrupos de insetos, quelicerados (aranhas, ácaros, escorpiões e xifosuros) e crustáceos (caranguejos, camarões, lagostas e muitas outras formas marinhas). Três filos menores são, por convenção, colocados ao lado dos artrópodes porque possuem algumas características anatômicas determinantes, que sugerem uma possível proximidade genealógica com o maior de todos os grupos. Os três filos menores são os onicóforos, os tardígrados e os pentastomídeos. O livro didático recente mais popular sobre a biologia dos invertebrados (*Invertebrates*, de Richard C. e Gary J. Brusca) confere-lhes um capítulo inteiro, sob o título “Três grupos enigmáticos e uma revisão da filogenia dos artrópodes”.

Essas três linhagens representam uma possibilidade excelente para testar a hipótese de que filos continuam a se originar ao longo do tempo, e de que a explosão cambriana não é tão exclusiva quanto o registro fóssil, interpretado literalmente, parece sugerir — as três são geralmente examinadas em conjunto, porque apresentam todas as principais características de linhagens que teriam se originado numa época geológica posterior (pequeno número de espécies atuais e ausência de partes duras, reduzindo a possibilidade da preservação de fósseis).

Já sabemos há alguns anos que os onicóforos possuem um registro fóssil que se estende até a explosão cambriana. Os onicóforos modernos vivem em habitats terrestres úmidos, geralmente folhas molhadas ou madeira em decomposição. A maioria das aproximadamente oitenta espécies tem de 2,5 a 7,5 centímetros de comprimento e um corpo alongado, dotado de catorze a 43 pares de patas curtas e não articuladas (chamadas lobópodes) atrás de uma cabeça com três pares de apêndices (antenas, mandíbulas e papilas orais, usadas por esses carnívoros para lançar uma substância pegajosa em suas presas). O animal como um todo lembra vagamente uma lagarta, mas os onicóforos não possuem nenhuma relação genealógica próxima com as larvas de mariposas e borboletas.

A existência de onicóforos cambrianos foi proposta oitenta anos atrás, por ocasião da descoberta do *Aysheaia*, um fóssil de corpo mole

encontrado no famoso xisto de Burgess, na Columbia Britânica. Mas o *Aysheaia* permaneceu numa espécie de limbo, pois muitos paleontólogos questionavam a sua inclusão entre os onicóforos, até a descoberta de pelo menos quatro outros gêneros cambrianos nos últimos dez anos, incluindo uma reinterpretação do *Hallucigenia*, outrora a mais enigmática de todas as criaturas do xisto de Burgess — um onicóforo em princípio interpretado erradamente de cabeça para baixo. Essas empolgantes descobertas (veja o ensaio 24 do meu livro anterior, *Eight little piggies*) mostram que os onicóforos são “menores” com relação ao número de espécies atuais e têm disseminação ecológica restrita, mas começaram como um importante e diversificado grupo de invertebrados marinhos do Cambriano.



O recém-descoberto Heymoniscambria scandica, uma larva fóssil de pentastomídeo do Cambriano superior na Suécia. Royal Society de Edimburgo

Agora Walossek e Müller descobriram também fósseis cambrianos de tardígrados e pentastomídeos — de modo que podemos enfim afirmar que os três filos remontam à diversificação inicial da vida animal celular na explosão cambriana. Antes da publicação dessas fascinantes monografias, nem tardígrados nem pentastomídeos estavam

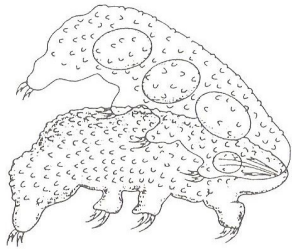
presentes em nenhum registro fóssil reconhecido — nem um único espécime de tempo algum. Assim, essas novas descobertas da aurora dos filos permitiram que ambos os grupos dessem um salto direto do presente até seus primórdios.

Os tardígrados atuais são criaturas minúsculas. Têm em geral entre 0,1 e 0,5 milímetro de comprimento (praticamente invisíveis, portanto), embora o “gigante” do filo chegue a atingir 1,7 milímetro. A maioria das quatrocentas espécies vive em musgos umedecidos, líquens, plantas floríferas, terra ou húmus, embora algumas habitem ambientes marinhos ou de água doce nas superfícies sedimentadas de lagoas ou bacias oceânicas. Parecem pequeninos ursos de oito patas (veja a ilustração) e se movimentam com um andar pesado e desajeitado — daí o nome popular “water bear” [urso d’água], ainda que a etimologia do seu nome técnico também lembre forma e movimento, pois *tardígrado* significa “aquele que caminha lentamente”.

Os tardígrados alcançaram uma certa notoriedade nos escritos populares de ciência, por uma ampla variedade de características incomuns — para não falar na sua aparência encantadoramente cômica. Algumas espécies entregam-se a uma forma estranha de reprodução por fertilização indireta. Os machos penetram a cutícula da fêmea, embaixo da qual depositam o esperma. A fêmea então desprende a sua cutícula (pois os tardígrados, como os insetos, crescem mudando o revestimento externo e secretando uma nova versão ampliada desse envoltório) e põe ovos na casca externa que descartou, bem suprida com o esperma lançado antes pelo macho.

Mas a fama dos tardígrados vem da sua extraordinária capacidade de desligar o metabolismo e suportar extensos períodos de dormência — uma condição conhecida como criptobiose, definida como um estado de dormência tão extremo que nenhum sinal externo de atividade metabólica pode ser detectado.

Se o seu hábitat secar (e a vida em uma película de água na terra pode ser bastante precária), os tardígrados erguem as pernas e secretam uma cutícula em torno do corpo ressequido. Nesse estágio, em que se tornam uma espécie de “tonel” com um metabolismo indetectável, os tardígrados conseguem sobreviver aos mais inacreditáveis insultos perpetrados pela natureza ou inventados pelos experimentadores humanos — como imersão em álcool absoluto, éter ou hélio líquido, ou exposição a temperaturas extremas, de 149°C (bem acima do ponto de fervura da água)



Um tardígrado fêmea desprende a sua cutícula cheia de óvulos. Nancy J. Haver, baseado em Morgan, 1982. Em *Invertebrates*, de Brusca e Brusca, 1990.

a -272°C (não muito distante do zero absoluto)! Quando a água volta a aparecer, o animal incha e retorna à atividade em algumas poucas horas. Ninguém sabe por quanto tempo um tardígrado “entoneado” é capaz de sobreviver. O texto de Brusca conta a história (provavelmente apócrifa) de tardígrados vivos que ressurgiram num espécime de musgo de museu umedecido após 120 anos. Não chega a surpreender que os tardígrados sejam de especial interesse para estudiosos do envelhecimento.

O VI Simpósio Internacional sobre Tardígrados aconteceu de 22 a 26 de agosto de 1994 em Cambridge, Inglaterra (meu coração se entenece ao pensar como até um filo menor é capaz de provocar celebrações tão diversificadas e cosmopolitas de seus devotos humanos). Nesse encontro, Walossek, Müller e R. M. Kristensen, do Museu Zoológico da Universidade de Copenhague apresentaram uma monografia de parar o trânsito, intitulada “Um tardígrado de um grupo originário da Sibéria com mais de meio bilhão de anos”. Eles haviam encontrado o primeiro indiscutível fóssil de tardígrado, permitindo que a origem dessa espécie fosse estendida até o limiar da explosão cambriana.

Os espécimes fósseis se parecem com qualquer outro tardígrado, e variam de 0,25 a 0,35 milímetro de comprimento (o tamanho médio das formas modernas). No entanto, a chave para identificá-los não está na similaridade de tamanho e aparência, pois essas características básicas podem se desenvolver por convergência em linhagens independentes, mas num grande e notável conjunto de traços singulares e comple-

xos, encontrados apenas nesses fósseis e em tardígrados vivos. Essas marcas de afinidade genealógica incluem: uma boca característica, encovada, membros com “ganchos” ou garras que podem ser recolhidos e pequeninas protuberâncias arredondadas entre os membros.

Já os pentastomídeos se prestam muito melhor para comprovar a origem continuada de grandes grupos após a explosão cambriana — um clássico e reputado exemplo entre os filos menores. Todas as cem a 120 espécies desse filo são forçosamente parasitas de vertebrados (e quase todas elas são terrestres, embora algumas vivam em peixes). Como tantos outros parasitas, os pentastomídeos possuem um ciclo de vida complexo, passando de um hospedeiro intermediário para um definitivo. As larvas atravessam as paredes do tubo digestivo do primeiro hospedeiro, onde amadurecem até atingir o estágio infectuoso. Quando outro vertebrado come o primeiro hospedeiro, o pentastomídeo passa para as suas vias respiratórias, seja rastejando do estômago até o esôfago e perfurando por ali um caminho, seja abrindo um túnel nas paredes do intestino e entrando na corrente sanguínea. O parasita fixa-se então nos pulmões ou na cavidade nasal ou oral (há relatos de pentastomídeos até mesmo em olhos humanos), usando os ganchos que possui nas extremidades de dois pares de membros em volta da boca. Nesse estágio (agora) permanente de alimentação, o pentastomídeo suga o sangue do hospedeiro pela boca. (Para a maioria das pessoas, nada na biologia parece mais nojento do que o estilo de vida dos parasitas; mas tais criaturas são um componente importante da diversidade e ecologia da vida, de modo que precisamos compreendê-los. Todavia, não proponho que tenhamos que amá-los.)

Como muitos parasitas, os pentastomídeos têm uma anatomia extremamente simplificada (pois o ambiente seguro e protegido de um hospedeiro implica que haveria pouca vantagem em preservar as características complexas necessárias à vida no agreste mundo exterior). Mas os órgãos específicos da vida parasitária — os meios de encontrar hospedeiros, ligar-se a eles e explorá-los — estão presentes e são complexos (neste caso específico, temos a “estrela de cinco pontas”: uma boca em haste e dois pares de pernas na extremidade dianteira). O resto do corpo, porém, foi secundariamente simplificado. Os pentastomídeos, por exemplo, não possuem órgãos internos para respiração, circulação ou excreção. O aparelho digestivo é um simples tubo reto, dotado de músculos para bombeamento na extremidade dianteira, obviamente úteis para extrair o sangue do hospedeiro.

Essa extrema simplificação anatômica dos órgãos comuns, associada à complexidade de dispositivos altamente específicos para explorar os hospedeiros, tornam particularmente difícil a taxonomia dos parasitas e o seu posicionamento genealógico numa árvore evolutiva de formas autônomas. Os pentastomídeos constituem há muito um exemplo clássico desse pesadelo taxonômico. A gama de hipóteses disponíveis abrange quase todas as soluções concebíveis, sendo que as preferidas são: um vínculo com os anelídeos (vermes segmentados), com um ou outro subgrupo de artrópodos, ou uma condição à parte (geralmente em conjunto com os onicóforos e os tardígrados).

Entretanto, nos últimos anos vem surgindo um consenso no sentido de aliar os pentastomídeos aos crustáceos do filo dos artrópodes. Diversos autores apresentaram provas da similaridade entre as larvas dos pentastomídeos e as de um grupo de crustáceos da classe *Branchiura*. A estrutura delicada da cutícula externa e a morfologia do esperma também parecem confirmar um elo crustáceo. Em 1989, um argumento definitivo pareceu surgir do laboratório de meu amigo e colega Larry Abele, da Florida State University (veja a bibliografia). Abele e colegas usaram a técnica mais poderosa e inovadora existente para comparar seqüências de DNA (na molécula 18S do RNA ribossômico, uma das mais informativas e mais comumente usadas) em pentastomídeos e em representantes de diversos filos candidatas a um possível relacionamento — vermes segmentados e todos os principais grupos de artrópodes (insetos inclusive), xifosuros, diplópodes e crustáceos. A árvore evolutiva reconstruída a partir das distâncias moleculares revelou um elo mais próximo entre os pentastomídeos e os crustáceos. Esses dados levaram Richard e Gary Brusca a afirmar em seu livro que “existem evidências convincentes de que os pentastomídeos são na realidade parasitas crustáceos altamente modificados”.

Além disso, a vida dos pentastomídeos atuais em vertebrados terrestres levou todos esses expoentes de um vínculo crustáceo à hipótese perfeitamente razoável de que os pentastomídeos se originaram muito depois da explosão cambriana, confirmando a opinião convencional de que morfologias corporais fundamentalmente novas podem se originar ao longo do tempo geológico e que a explosão cambriana foi um grande episódio de intensificação, mas não um evento único. Na verdade, Abele e colegas estimaram a data de divergência entre os pentastomídeos e os crustáceos em 350 a 225 milhões de anos atrás.

Entretanto, em seguida, Walossek e Müller (veja a bibliografia) descreveram um grupo comprovado de pentastomídeos — e não um exemplo solitário, mas toda uma fauna com várias espécies, encontradas em estratos do Cambriano superior, nos leitos de Orsten, na Suécia — um depósito extraordinário que, ao longo das duas últimas décadas, produziu uma fauna extremamente importante de pequeninos fósseis de requintada beleza dessa época primeva da história da vida animal multicelular. (Os fósseis são fosfatados e foram preservados em pequenos nódulos calcários. Estes podem ser dissolvidos em ácido, resultando num fóssil tridimensional perfeitamente formado, com o interior oco, mas com todos os detalhes refinados e íntimos da arquitetura superficial. Infelizmente, como esses nódulos são minúsculos, nenhum fóssil mais convencional — e maior — de invertebrados marinhos foi preservado. De modo que a fauna de Orsten consiste primordialmente em larvas de artrópodos e outras pequeninas criaturas adultas, incluindo esses recém-descritos pentastomídeos.)

Em todos os casos de um suposto vínculo entre fósseis antigos e formas vivas, especialmente em face de uma defasagem temporal tão grande (já que não se encontrou nenhum outro fóssil posterior de pentastomídeo, intermediário entre esses antigos espécimes de Orsten e as espécies hoje vivas), é preciso considerar a alternativa óbvia de que os fósseis simplesmente convergem para os pentastomídeos modernos e representam uma linha genealógica totalmente independente. A história da vida é repleta de exemplos de extraordinárias semelhanças que evoluíram separadamente — peixes e ictiossauros, toupeiras marsupiais e placentárias, olhos de lulas e vertebrados. Mas a convergência, por mais formidável em termos de traços adaptativos gerais de forma e de funções básicas, nunca consegue ser intrincadamente precisa em centenas de detalhes e partes altamente específicas — uma vez que as linhas convergentes partem de antecedentes diferentes e têm que criar similaridades a partir de pontos de partida díspares. Assim, as nadadeiras do ictiossauro podem ser a imagem escarrada das nadadeiras dos peixes em sua forma externa; porém surgiram a partir de ossos metacarpianos de um passado terrestre; e os olhos das lulas e dos vertebrados, ainda que tão similares em sua forma final, seguiram caminhos embriológicos radicalmente diferentes na sua formação.

Podemos ter certeza de que os espécimes de Walossek e Müller são verdadeiramente pentastomídeos porque (como no caso dos tardígrados) as similaridades são numerosas, detalhadas e abrangentes. Esses

traços incluem a morfologia básica, com uma cabeça globular e dois pares de membros apropriados para fixação em hospedeiros e também um corpo esguio e afilado atrás, como o de um verme. Os espécimes fósseis e os modernos também partilham uma forma embriológica básica, apresentando uma “constância de segmentos”, ou seja, o crescimento se dá por trocas sucessivas de pele, sem que haja acréscimo de novos segmentos. (Os fósseis de Orsten incluem larvas e adultos, de maneira que até esses detalhes de crescimento puderam ser inferidos.)

Os fósseis e os modernos partilham não apenas essa identidade básica de forma e crescimento, mas também outras partes aparentemente triviais: ambos possuem poros característicos nas extremidades internas dos membros; ambos podem recolher parcialmente esses membros em suas respectivas cavidades; ambos possuem um par de papilas ou nódulos na extremidade traseira, em torno do ânus. Tantas e tão diversas características específicas e aparentemente menores não poderiam ter se desenvolvido duas vezes com tamanha e tão minuciosa semelhança de forma e posição.

Além do que, os fósseis apresentam um traço proeminente, que nos ensina algo importante, pois possuem uma estrutura desconhecida nas formas modernas. O corpo dos pentastomídeos modernos (atrás da cabeça) parece consistir em quatro segmentos. No entanto, essas divisões não estão claramente demarcadas por nenhuma estrutura que se repete em cada zona — o sinal usual de uma verdadeira segmentação em vários filões de invertebrados. Os gânglios nervosos são separados e repetidos, mas como os pentastomídeos são morfologicamente degenerados (destituídos de órgãos respiratórios, circulatórios e excretórios), existem poucas outras possibilidades de evidências cruciais de uma segmentação verdadeira. Em particular, o traço mais revelador — membros em cada segmento — não pode ser encontrado em nenhum pentastomídeo moderno. Vários fósseis, porém, possuem pequenos membros emparelhados nos segundo e terceiro segmentos do corpo! Na realidade, poderíamos dizer que os fósseis são inteiramente comparáveis aos modernos, mas com esse pequeno (e altamente informativo) traço adicional.

Esses fósseis claramente refutam a hipótese predileta de uma derivação tardia dos pentastomídeos, posterior à evolução dos vertebrados terrestres. A respeito da profunda estabilidade dessas criaturas há mais de 500 milhões de anos, Walossek e Müller concluem: “A longa história do grupo e a sua notável estase morfológica invalidam qualquer

hipótese de que tenham evoluído a partir de artrópodes terrestres” (pois os artrópodes só invadiram a Terra muito depois do Cambriano).

A existência de pentastomídeos cambrianos suscita uma pergunta óbvia: quais seriam os seus hospedeiros originais, já que os vertebrados terrestres ainda não tinham evoluído? A mudança de hospedeiro, mesmo de um filo para outro, ocorre freqüentemente na evolução dos parasitas, de modo que a necessidade de postular que tal transição ocorreu não implica um problema teórico. No entanto, gostaríamos imensamente de saber quais seriam os possíveis candidatos. Os hospedeiros cambrianos originais não precisariam estar relacionados de perto com os vertebrados, mas um grupo fóssil proeminente, os conodontes, tem se mostrado enigmático ao longo de toda a história da paleontologia (pois seus corpos moles tinham pouca chance de fossilização e apenas seus microscópicos “elementos dentais” foram geralmente preservados). Todavia, resquícios de corpos inteiros desses animais foram encontrados na última década (veja o ensaio 16 do meu livro *O sorriso do flamingo*), e as mais recentes evidências indicam que os conodontes pertenciam a uma linhagem vertebrada — de modo que, no final das contas, talvez os pentastomídeos tenham sempre parasitado vertebrados, como sugerem Walossek e Müller. Fósseis de conodontes são comuns em todas as localidades cambrianas em que foram encontrados pentastomídeos.

Mas o que dizer das semelhanças bioquímicas que parecem determinar afinidades crustáceas e uma origem muito posterior ao período cambriano? Os dados moleculares conquistaram tanto prestígio nos últimos anos que tal posição pode parecer irrefutável — no entanto, as evidências palpáveis da existência de pentastomídeos cambrianos parecem ainda menos suscetíveis a contestação. E uma leitura atenta da monografia de Abele de 1989 nos fornece uma magnífica solução.

Tenho apontado diversas vezes nestes ensaios como as teorias tendem a restringir (poderosa e, não raras vezes, inconscientemente) a nossa interpretação dos dados. (Por esse motivo devemos estar sempre atentos e vigilantes quando consideramos explicitamente as consequências de nossas preferências teóricas.) A solução está na última sentença da monografia de Abele e colegas — embora eles próprios não tenham percebido, talvez porque uma origem posterior a partir dos crustáceos se coadunasse com os pressupostos usuais da teoria evolucionista e com a preferência desta pela origem contínua dos grupos principais. A última linha diz o seguinte (citarei primeiro *verbatim* e depois a traduzirei):

“Assim, ao longo de um período de tempo estimado muito *grosso modo* em 287 [...] milhões de anos, a 18S do rRNA desses dois grupos divergiu cerca de 10,8%, ou cerca de 1,9% a cada 50 milhões de anos, uma taxa mais elevada do que o 1% por 50 milhões de anos anteriormente atribuído para o eucariote 18S do rRNA. Mesmo considerados os erros potenciais de tais estimativas, o significado dessa discrepância permanece desconhecida”. Em outras palavras, supondo que os pentastomídeos tenham surgido dos crustáceos há apenas 287 milhões de anos, a taxa de evolução do seu rRNA é quase duas vezes maior do que as taxas médias calculadas para outros organismos multicelulares. Tal disparidade não chegou a perturbar demasiado os autores (como afirmam em sua última sentença) porque as taxas de mudança de rRNA são muito variáveis e as técnicas para medi-las estão sujeitas a muitos erros.

Mas Abele e colegas nem sequer mencionam a hipótese alternativa óbvia — e que hoje se vai mostrando como provavelmente a verdadeira. Se os pentastomídeos realmente divergiram dos crustáceos (ou de algum outro grupo) durante o Cambriano, há 530 e não 287 milhões de anos, então a diferença total medida não representaria uma taxa de mudança elevada e sim uma taxa perfeitamente normal — pois a diferença de 10,8%, espalhada ao longo de 530 e não 287 milhões de anos, resulta em aproximadamente 1% a cada 50 milhões de anos! Em outras palavras, a análise molecular e a evidência fóssil coincidem, removendo-se assim uma anomalia nos dados moleculares quando considerados apenas sob o pressuposto convencional (e falso) de uma origem mais tardia para os pentastomídeos.

A explosão cambriana foi o principal acontecimento da história da vida animal multicelular. Quanto mais a estudamos, mais ficamos impressionados com a sua singularidade e o com os efeitos determinantes que teve na história subsequente da vida. As anatomias básicas que surgiram ao longo desse episódio têm dominado a vida desde então, sem que houvesse acréscimo algum digno de nota — e com decréscimos impostos por motivos que, talvez, se assemelhem mais à sorte de um lance de dados do que à sobrevivência previsível das linhagens superiores (veja o meu livro *Vida maravilhosa*). O padrão da história da vida decorre das origens e sucessos desse grande episódio iniciador. Portanto, não posso senão encerrar este ensaio com outra frase muito lembrada do discurso de Gettysburg, proferida com verdade e eloquência por Lincoln — e que se aplica tão bem à extraordinária influência dos vitoriosos grupos cambrianos: “O mundo pouco notará e por pouco se lembrará do que dissermos aqui, mas jamais esquecerá o que eles fizeram aqui”.

ESTABILIDADE