

Sobre o surgimento da reprodução sexuada

A forma sexuada de reprodução parece constituir um enorme contrassenso por várias razões:

A forma pré-existente de reprodução funciona perfeitamente e de maneira mais simples, havendo só um tipo de indivíduo. O modo sexuado de reprodução é muito mais complexo, dificultando todo o processo.

É extremamente antieconômica já que, aproximadamente, a metade do esforço reprodutivo é “desperdiçada” na produção de machos. A longo prazo, essa diferença vai se multiplicando e adquirindo quantidades assombrosas, conforme o número de fêmeas mostrado a seguir:

	assexuada	sexuada
primeira geração	$2 n$	n
segunda geração	$4 n^2$	n^2
terceira geração	$8 n^3$	n^3
k-ésima geração	$2^k n^k$	n^k

de maneira que, por exemplo, na décima geração, o potencial de geração de fêmeas a partir da reprodução assexuada é 1000 vezes maior que na sexuada.

A reprodução sexuada acarreta outras dificuldades, como a necessidade de encontro entre machos e fêmeas. De maneira geral, no entanto, podemos descrever o modo de reprodução sexuada como uma inovação onerosa, dados os gastos com machos; e dificultosa, devido à necessidade de dois tipos distintos. Esses obstáculos podem ser superados por seres hermafroditas, sugerindo ter sido esse o primeiro modo de reprodução sexuada. Consistiria assim, apenas em uma complicação desnecessária, mas não tão onerosa.

Como tal complicação teria se imposto em alguma linhagem? De que maneira uma espécie teria passado a complicar uma ação já executada a contento e de modo mais simples e eficiente?

Creio não haver nenhuma vantagem imediata para a espécie em reproduzir-se sexuadamente; penso que todas as vantagens associadas a esse modo de reprodução manifestam-se, apenas, passado longo tempo. Mas, sendo assim, o que levaria uma espécie a complicar as coisas para ela mesma?

Imaginemos um minúsculo parasita livre-natante infectando os seres marinhos. Ele encontra um ser, preferencialmente embrionário, um ovo, normalmente frágil; infecta esse ser e se reproduz em seu interior. Talvez a infecção acabe matando o hospedeiro. A dinâmica parasita/hospedeiro, no entanto, sugere uma atenuação constante da agressividade do parasita: linhagens menos agressivas que evitam danos ao hospedeiro tendem a se perpetuar, enquanto as linhagens agressivas pagam o preço por eliminar o hospedeiro do qual sobrevive m.

Assim, o parasita acaba conseguindo conviver longamente com o hospedeiro, infectando-o desde o ovo, multiplicando-se enquanto o hospedeiro cresce e se desenvolve. Uma boa estratégia para poupar o parasita, garantindo assim a continuidade do próprio sustento, pode consistir na enquistação do parasita, concentrado assim, em um único ponto, permanecendo ali quase inerte esperando... esperando o momento de reprodução do hospedeiro, quando ele e outros da espécie

depositam seus ovos, talvez conjuntamente de maneira a saciar os predadores. Nesse mesmo instante, o parasita poderia “acordar” e se lançar às águas, livremente, numa enorme nuvem de minúsculos seres em busca de seus próprios hospedeiros. Uma estratégia assim talvez perpetuasse a linhagem de parasitas, poupando, também, a de hospedeiros, e enlaçando-os, ambos, em um relacionamento tendente à redução prejuízo e aumento de benesses recíprocas; quero dizer, o tempo se encarrega de fazer prosperar as linhagens tendentes às reações mutualísticas, favoráveis a ambas, e de eliminar linhagens funestas. Pode-se imaginar duas linhagens paralelas de parasita/hospedeiro dependentes uma da outra, coexistindo em benefício mútuo.

Uma relação tão íntima entre as duas espécies poderia permitir, mais de uma vez, a ocorrência de um acidente notável; a incorporação do material genético do hospedeiro ao parasita, que talvez utilize o sistema de reprodução celular do hospedeiro para a fabricação de seus próprios descendentes, misturando com o dele seu material genético.

O surgimento de um parasita que carregasse o material genético do hospedeiro consistiria em um surpreendente e eficientíssimo retroparasitismo efetuado pelo hospedeiro! Ao infectar um novo hospedeiro, o parasita garantiria, não apenas, sua própria reprodução, mas também a de seu hospedeiro, disseminando o seu genoma.

Imaginemos um parasita infectante de ovos, como o descrito acima, carregando consigo o genoma de seu hospedeiro e inoculando-o em outros ovos! O resultado seria contundente: um único hospedeiro/parasita poderia, desse modo, reproduzir-se de uma maneira estrondosa após disseminar uma vasta quantidade de parasitas portadores de seu próprio genoma. Em vez de gerar apenas seus ovos, esse indivíduo usaria seu parasita para perpetuar sua linhagem propagando assim o seu próprio genoma, de uma maneira extremamente econômica.

Os indivíduos infectados pela parceria composta pelo retroparasitismo adquiririam uma forma diploide, incorporando o genoma haploide do hospedeiro/parasita ao seu próprio. Formas diploides tendem a adquirir certa robustez, fortalecida ainda pela eventual heterozigose.

As linhagens infectadas pela surpreendente criatura viriam a se beneficiar do mesmo de reprodução barata propiciada pela disseminação parasitária.

Haveria, no entanto, um grave problema, recapitulemos:

O primeiro parasita retroinfectado teria gerado um indivíduo diploide infectado.

O genótipo desse indivíduo seria disseminado pelas miríades de parasitas que o infectassem, gerando seres triploides; esses gerariam tetraploides, e assim por diante, aumentando descontroladamente o material genético dos seres, gerando enorme instabilidade.

Essa instabilidade genética desfavoreceria a seleção, já que a “reprodução” dos seres não copiaria o genoma, mas o modificaria, ampliando-o.

Qualquer linhagem que estabilizasse a quantidade de cromossomos conseguiria a enorme vantagem da estabilização, o que poderia advir de um “erro”, interessante:

a divisão celular, a maneira de multiplicação das células, exige uma fase de duplicação cromossômica quando todo o material genético da célula é duplicado, e posteriormente separado, indo cada metade idêntica para uma das células. O “erro” providencial, estabilizador, consistiu na repetição dessa última etapa quando na produção dos gametas.

A dupla divisão celular após a duplicação cromossômica reduz o número de cromossomos à metade, gerando assim gametas haploides que se completam gerando seres diploides que recompõem o ciclo dividindo duplamente suas células germinativas, posteriormente.

A estranha relação parasítica resulta assim, surpreendentemente, em um ser sexuado!

O parasita acabaria, dessa forma, por se tornar o vetor da reprodução de seu hospedeiro, garantindo assim o enorme sucesso de ambas as linhagens!

E assim teria surgido a reprodução sexuada entre os animais, com o parasita transformado em espermatozoide, encarregado da detecção e infecção, ou melhor, fecundação dos óvulos.

Desse modo as linhagens infectantes obtiveram enorme vantagem reprodutiva infectando as outras quase sem esforço. O parasita se incorporou definitivamente ao hospedeiro, assim como as mitocôndrias também o fizeram.

Posteriormente essas linhagens puderam, então, usufruir das vantagens da reprodução sexuada, que, de fato, existem, mas só se manifestam a longo prazo.

Aliás, desde o primeiro momento, a reprodução sexuada deve ter gerado uma enorme diversidade, inicialmente por especiação cromossômica. Logo em seguida, muitos mecanismos de isolamento reprodutivo devem ter sido gerados para garantir a estabilidade genômica, em uma espécie de reserva de mercado para a própria linhagem, evitando a infecção por parte de espermatozoides estranhos.

Junto com tais mecanismos de defesa foi criado também um outro, para garantir a infecção do óvulo por apenas um único espermatozoide.

Essa forma de reprodução poderia ser explorada, mais uma vez, pelo surgimento de machos. No contexto esboçado acima, a produção de espermatozoides é muito mais econômica que a de óvulos, muito maiores e onerosos; um indivíduo que investisse todos os seus recursos na produção de espermatozoides tenderia a ser fortemente recompensado, gerando inúmeros descendentes.

A enorme vantagem reprodutiva dos machos elevaria seu número enormemente, reduzindo drasticamente o dos outros. Isso causaria um risco para a espécie, que poderia vir a ser tomada, exclusivamente, por machos. A redução no número de óvulos, no entanto, torna os machos pouco "lucrativos"; de nada adianta produzir machos econômicos se não existem óvulos disponíveis para a fecundação. Caso o número de fêmeas despenque drasticamente, virtualmente todos os óvulos virão a ser fecundados, enquanto a profusão de espermatozoides buscará em vão por um óvulo para fecundar. Esse estado tenderá a favorecer o aumento no número de fêmeas, havendo um forte prêmio reprodutivo para aquelas que resistissem à masculinização, até que os esforços na produção de machos e fêmeas se equivalassem.

E assim teria surgido a reprodução sexuada.