



Sobre a Insolubilidade do Problema dos Conceitos de Espécies

Gabriel Marroig¹

¹ Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Genética e Biologia Evolutiva. Rua do Matão, 277, Butantã, CEP 05508-090, São Paulo, SP, Brasil.

"This ambiguity arises because evolution is a historical process, and the grouping of organisms into species always depends to some extent upon expectations of the future behavior of those organisms and their descendants, expectations that cannot be evaluated in the present. The existence and special character of the species problem is itself on of the central pieces of evidence for the fact of evolution" Robert J. O'Hara 1994

O que é uma espécie? A resposta a essa pergunta, aparentemente simples, influencia toda a nossa compreensão da diversidade biológica com implicações para a sistemática e como um corolário para todas as outras áreas da biologia, da conservação até a biologia celular. Sendo um produto da evolução gerando diversidade via o processo de especiação, a resposta a ela também se encontra na base de como ordenamos e classificamos a diversidade biológica. Em outras palavras, um processo contínuo de diversificação (evolução) produz descontinuidades na natureza a qual chamamos de espécies. No entanto, o que parece uma questão simples, "O que é uma espécie?", na verdade se revelou como uma das questões mais complicadas e debatidas dentro da biologia ao longo do século 20. Muito papel foi gasto na história da biologia para responder a esta simples pergunta, com mais de 50 conceitos postulados e defendidos na biologia moderna (pelo menos a última vez que parei para contar), o que por si só sugere que pode haver algo de errado na própria questão ou na natureza do fenômeno que queremos descrever e talvez não nas suas respostas.

Aqui, vamos olhar do ponto de vista teórico esta questão e tentar responde-la ou ao menos apresentar um conjunto de conceitos de espécies representativos e utilizados na biologia moderna. Outro lado da questão seria a prática de identificar espécies na natureza, mas aqui não há controvérsias, ao menos não sobre procedimentos, embora casos específicos possam ser bastante controversos. Na prática, buscamos descontinuidades na natureza tomando cuidado para separar descontinuidades entre espécies da variação intraespecífica que pode ter origem sexual (dimorfismo sexual por exemplo, tão comum em passarinhos), populacional (variação geográfica existente entre populações componentes de uma espécie, por exemplo) e ontogenética (variação decorrente do desenvolvimento dos organismos, produzindo diferenças entre indivíduos de idades diferentes). Em outras palavras, as espécies são reconhecidas na natureza em termos de caracteres morfológicos facilmente identificáveis, confiáveis e consistentes, ou seja, todos os organismos daquela espécie apresentam aquele

estado do caráter ou estão contidos dentro de uma certa amplitude de variação. Se um grupo de organismos difere de outros organismos fora dessa amplitude, este será considerado uma espécie. Também não iremos detalhar a parte prática pois a morfologia de cada grupo é estudada através de métodos particulares. No entanto, o próprio exame dos conceitos deverá lançar alguma luz sobre como os biólogos modernos reconhecem "espécies" na natureza e por que esta questão tem sido tão debatida e aparentemente longe de haver um consenso.

Conceitos de espécies

Conceito tipológico – Este é um conceito historicamente importante, mas com aplicação bastante restrita na biologia moderna, apenas em áreas como a microbiologia, e sem espaço em discussão atuais sobre conceitos de espécies. Ele remonta a Platão, sendo baseado na noção de que toda a diversidade observada no universo reflete a existência de um número limitado de "universais", ou tipos básicos. Esta filosofia Platônica "essencialista" foi profundamente influente no pensamento da humanidade. Por ela, indivíduos componentes de uma espécie não têm relação especial entre si, são meras expressões do mesmo tipo, essência ou ideia (*eidós*) existente no plano metafísico das ideias. A variação é o resultado de manifestações imperfeitas da ideia implícita de cada espécie. Logo, a variação não é importante, são meras sombras projetadas na parede de uma caverna e o que nos importa é procurar o que estas sombras têm em comum e o que podem nos dizer sobre a ideia ou tipo verdadeiro e perfeito existente no plano metafísico. A presença da "essência" é inferida pela similaridade e para o essencialista a semelhança é o critério de espécie. Se este conceito fosse aplicado hoje, ignorando as fontes de variação discutidas acima, o que você acha que ocorreria com espécies apresentando dimorfismo sexual bem marcado? Se um sexo fosse preto com a cara amarela (como nos macacos parauacus) e o outro preto salpicado de branco pelo corpo e com o peito amarelo, seriam eles classificados como a mesma espécie? Não, e de fato Lineu errou



inúmeras vezes ao utilizar o conceito tipológico criando espécies diferentes para os dois sexos de diversos pássaros e macacos da região Neotropical. Outro aspecto interessante a ser notado é que, por este conceito, tudo que poderíamos fazer é estimar a média dos caracteres, e isto se aproximaria ao tipo ideal. Cabe notar que, embora seja um conceito quase sem aplicação na biologia moderna, a filosofia Platônica foi profundamente influente no pensamento da humanidade e ainda hoje apresenta reflexos em como enxergamos o mundo. Ela foi incorporada quando do surgimento da teologia cristã na grande cadeia dos seres ou “scala naturae” e, como tal, teve um efeito pervasivo em como percebemos a natureza. Na grande cadeia dos seres, a ideia é que Deus teria criado todas as formas de vida e estas permanecem imutáveis. Desta forma, o tipo ideal era a ideia original na mente de Deus e suas manifestações materiais seriam apenas aproximações imperfeitas desta ideia. Além disso, a vida estava organizada dos seres mais simples aos mais complexos em uma escada na qual cada degrau se aproximaria do criador. Assim, sairíamos de seres unicelulares, passando por multicelulares, chegando aos vertebrados, dentro dos vertebrados os peixes, depois os anfíbios, répteis, aves, mamíferos, dentro dos mamíferos os primatas estariam no topo até chegar ao homem e então nos anjos e arcanjos. Uma das consequências destas ideias, mesmo que tendo sido abandonadas do ponto de vista científico após a revolução mecanicista de Darwin-Freud-Marx, é que ainda hoje o homem tende a enxergar a natureza como seu quintal, onde as outras espécies estão aqui para nos servir e prover. Quando traçamos a origem deste pensamento para trás como em um fio de um novelo, isto deriva diretamente de Platão e da grande cadeia dos seres.

Conceito nominalista – Pelo conceito nominalista não existem universais ou tipos. Existem apenas os indivíduos e as espécies são abstrações da mente humana. Este ponto de vista foi expresso com particular vigor em 1908 por Bessey: “A natureza produz apenas indivíduos...as espécies não têm existência real na natureza. São conceitos mentais e nada mais...as espécies foram inventadas para se poder referir coletivamente a um grande número de indivíduos”. Embora este conceito tenha importância histórica, ele é apresentado aqui apenas como referência à evolução das ideias sobre o tema. Quase nenhum biólogo moderno considera seriamente este conceito, sendo indefensável sob vários pontos de vista. Embora atrativo, pois nos livraríamos do chamado “problema das espécies”, este conceito colapsa rapidamente quando pensamos em propriedades que usualmente definem as espécies dado o nosso estado da arte. Vamos tomar um exemplo hipotético baseado em apenas uma propriedade importante da vida: a capacidade de se reproduzir. Imaginem um casal de humanos que por qualquer razão esteja aberto a tentar a reprodução com indivíduos de chimpanzé. Mesmo que esta reprodução seja tentada, não haveria consequências materiais já que nenhum novo indivíduo seria produzido por este evento de cópula. Chimpanzés e humanos

já divergiram até um grau tal aonde a reprodução entre estas linhagens é impossível. Ora, pelo conceito nominalista as espécies não existem e sim os indivíduos apenas. Logo, deveríamos viver em um contínuo de vida o que claramente não corresponde a realidade de como a vida se manifesta em nosso planeta; espécies são geralmente descontinuidades ou pacotes coesos fenotipicamente (apresentam uma variação distinta de outra espécie), seja nos seus padrões de trocas gênicas (fluxo gênico), seja em caracteres fenotípicos diagnósticos.

De agora em diante passaremos a discutir os conceitos atuais de espécie. Todos eles partem de um princípio fundamental, de que as espécies têm uma existência real na natureza. Antes de entrarmos nos conceitos modernos, é útil pensarmos em termos de tempo e espaço. Muitos conceitos enfatizam aspectos na sua definição que podem ser chamados de horizontais. Se imaginarmos que a vida de uma linhagem seja um salame, cada fatia deste salame representaria um intervalo de tempo em particular ao longo da existência daquela linhagem. Conceitos horizontais costumam focar em aspectos que podem ser observados em uma fatia de tempo, usualmente no presente, e portanto dão uma ênfase maior a aspectos espaciais como propriedades ecológicas ou reprodutivas/genéticas das espécies. Por outro lado, temos conceitos verticais que em geral enfatizam aspectos na sua definição que são relacionados ao tempo, como por exemplo uma sequência de populações ancestrais e descendentes.

Conceito de isolamento reprodutivo (biológico) – Conhecido como “biológico” por ser aplicável apenas a biologia (o conceito tipológico, por exemplo, pode ser aplicado a cadeiras, mesas, planetas, assim como na biologia), este conceito deve ser referido mais propriamente como de isolamento reprodutivo. Popularizado por Mayr e Dobzhansky, dois grandes arquitetos da síntese evolutiva moderna, diz que: “espécies são grupos de populações naturais reais ou potencialmente intercruzantes, isoladas reprodutivamente de grupos similares” (Mayr, 1963). Este é o conceito predominante na biologia, sendo a ortodoxia vigente, apesar de várias críticas a ele. Ele enfatiza o fato de que a espécie consiste de populações, são reais e têm uma coesão interna devido ao programa genético, historicamente desenvolvido, compartilhado por todos os indivíduos que a compõem. Repare que, por este conceito, um único mecanismo evolutivo está sendo considerado, o fluxo gênico. Os membros de uma espécie constituem:

- uma comunidade reprodutiva: indivíduos respondem entre si como cônjuges potenciais e procuram uns aos outros com finalidade reprodutiva.
- unidade ecológica: independentemente dos indivíduos que a compõem, interagem com outras espécies com a qual dividem o ambiente como uma unidade.
- unidade genética: consiste de um grande patrimônio gênico em intercomunicação, enquanto indivíduos carregam apenas uma pequena porção do conteúdo total do patrimônio genético.

**Tabela 1:** Classificação dos mecanismos de isolamento reprodutivo nos animais (Mayr, 1993).

1. Mecanismos pré-copulatórios: impedem cruzamentos inter-específicos
a. Parceiros em potencial não se encontram (isolamento sazonal ou de hábitat)
b. Parceiros em potencial encontram-se, mas não copulam (isolamento etológico)
c. A cópula é tentada, mas não há transferência de espermatozoides (isolamento mecânico)
2. Mecanismos pós-copulatórios: reduzem o completo sucesso dos cruzamentos inter-específicos
<i>Pré-zigóticos</i>
a. A transferência de espermatozoides ocorre, mas o ovo não é fertilizado (mortalidade gamética, incompatibilidade, etc.)
<i>Pós-zigóticos</i>
b. O ovo é fertilizado, mas o zigoto morre (mortalidade zigótica por incompatibilidade de cariótipos, etc.)
c. O zigoto produz uma F1 de híbridos inviáveis ou com viabilidade reduzida (inviabilidade do híbrido)
d. Os zigotos dos híbridos da F1 são completamente viáveis, mas parcial ou completamente estéreis ou ainda produzem uma F2 deficiente (esterilidade do híbrido)

Por este conceito existem adaptações que funcionam como mecanismos de isolamento impedindo o fluxo gênico interespecífico (Tabela 1).

Desta forma, pelo conceito de isolamento, as espécies são definidas por estarem isoladas reprodutivamente de outros grupos similares. Esta foi, e ainda é, uma ideia poderosa e que corresponde ao reconhecimento do papel fundamental que o fluxo gênico tem em manter populações, que trocam genes, relativamente homogêneas no genoma inteiro, a não ser que seja contraposto por seleção natural e/ou deriva genética.

Conceito de reconhecimento (Paterson, 1985) – Espécies são definidas como a população mais inclusiva (no sentido de conjunto mais abrangente) de organismos individuais bi-parentais que compartilham um sistema de fertilização comum. Paterson (1985) percebeu que isolamento é irrelevante para entender a especiação, particularmente quando esta se dá em alopatria, ou seja, populações disjuntas, separadas no espaço geográfico. O que importa são os mecanismos de fertilização que garantem a fecundação e a reprodução intraespecífica. Basicamente este é o outro lado da moeda do conceito de isolamento e, ao invés de procurarmos adaptações que impedem o fluxo gênico entre espécies diferentes, passamos a olhar estas adaptações como mecanismos que facilitam a troca gênica entre indivíduos de uma mesma espécie. Por exemplo, rituais de corte e sinais de acasalamento têm outras funções que apenas impedir o fluxo gênico entre espécies distintas: eles podem funcionar na supressão do escape ou do comportamento agressivo no animal cortejado, podem atuar na sincronização das atividades reprodutivas, persuadir o parceiro em potencial a continuar a corte, a coordenação no tempo e espaço dos padrões de acasalamento, a orientação dos parceiros para a cópula e, finalmente, a fertilização em si. Um ótimo exemplo são os lagartos *Cnemidophorus uniparens*, espécie que é totalmente constituída de fêmeas que se reproduzem de forma assexuada via partenogênese. Nestes lagartos, inseminação e isolamento pré-zigótico são totalmente irrelevantes, já que a reprodução é estritamente partenogenética. No entanto, as fêmeas mostram um comportamento elaborado de corte que é similar ao comportamento de machos em espécies proximamente relacionadas. Estes comportamentos servem como gatilhos neuroendócrinos que coordenam

os eventos reprodutivos. Obviamente o comportamento de corte nestes lagartos facilita a reprodução, mas o isolamento reprodutivo é totalmente irrelevante. Por outro lado, este mesmo exemplo ilustra uma deficiência na formulação do conceito original de reconhecimento por parte de Patterson. Em *Cnemidophorus uniparens*, a fertilização é absolutamente irrelevante já que a reprodução é assexuada. Assim, a ideia deste conceito deveria ter sido expandida para agrupar partes do ciclo de vida envolvidos na reprodução mesmo em organismos assexuados.

Conceito evolutivo – “Uma espécie é uma linhagem (uma sequência de organismos ancestrais e descendentes) evoluindo separadamente de outras e com suas próprias tendências e papel evolutivo” (Simpson, 1961). “Uma espécie é uma linhagem única de populações de organismos ancestrais e descendentes que mantém sua identidade em relação a outras linhagens similares e que tem suas próprias tendências evolutivas e destino histórico” (Wiley, 1978). Este conceito tem a vantagem de se aplicar a todo espectro da vida e não apenas aos organismos de reprodução sexuada como os conceitos baseados no fluxo gênico. Além disso, pode ser aplicado a grupos vivos ou extintos. É um conceito próximo ao critério operacional utilizado por taxonomistas e paleontólogos: coesão fenotípica dentro de um grupo de organismos versus descontinuidade fenotípica entre grupos. Este é um conceito claramente vertical no qual a dimensão temporal está diretamente incorporada na definição como uma sequência de populações ancestrais e descendentes.

Conceito ecológico – “Uma espécie é uma linhagem que ocupa uma zona adaptativa minimamente diferente de qualquer outra linhagem em sua distribuição e que evolui separadamente de todas as outras linhagens fora desta distribuição” (Van Valen, 1976). Em outras palavras, o que Van Valen fez, em uma época em que todos pareciam estar apenas preocupados com o fluxo gênico para definir espécies, foi levantar a questão de que a seleção natural pode ser responsável por manter uma espécie separada da outra, já que cada uma ocupa uma zona adaptativa diferente das outras. Você pode imaginar uma zona adaptativa quase como um nicho ecológico, sendo a combinação de todas as variáveis ambientais



sob as quais uma espécie ou população pode persistir. As duas definições não são idênticas já que o nicho só existe com a existência da própria espécie, enquanto a zona adaptativa não depende da existência de uma espécie para ser definida. Mas, para nossa discussão aqui, esta é uma aproximação razoável. O ponto mais importante aqui é pensarmos no porque este conceito é importante o suficiente para ser apresentado no meio de tantas outras opções? A razão para tal é que Van Valen, em uma época na qual todos consideravam o fluxo gênico como o fator único responsável pela separação das espécies (viz. conceito de isolamento), colocou a seleção natural como um agente fundamental na criação e manutenção destes pacotes coesos de populações/variações aos quais chamamos de espécies. Van Valen mostra o quanto é comum na natureza exemplos de espécies nas quais o campo de recombinação genética é maior do que as linhagens evolutivas. Este tema será abordado logo abaixo na seção “muito sexo” mas neste ponto vale salientar a lógica por trás de ambos os pontos de vista: fluxo gênico e seleção natural.

Fluxo gênico é visto como uma força extremamente poderosa, pois atua no genoma inteiro e assim populações trocando migrantes tendem a homogeneizar as frequências dos alelos e as diferenças tendem a desaparecer. Mesmo um fluxo baixo da ordem de 1% por geração é capaz de homogeneizar populações rapidamente ou ao menos mantê-las muito parecidas. Desta forma, a lógica por trás do conceito de isolamento é sólida, já que fluxo gênico entre populações de uma mesma espécie deveria levar à sua homogeneização. O problema é que este raciocínio parte da premissa que o fluxo não está sendo contraposto por outras forças, como a seleção natural que mesmo fraca, é capaz de levar a diferenciação entre populações e espécies. Assim, mesmo na presença de fluxo gênico, diferenças naqueles genes subjacentes a caracteres que estão correlacionados com a aptidão irão se acumular entre linhagens (populações ou espécies). Assim, Van Valen não apenas foi contra a ortodoxia vigente na época, mas também identificou propriamente um agente fundamental na manutenção das diferenças entre espécies.

Conceito de coesão – “Uma espécie é a população mais inclusiva de indivíduos que tem o potencial para a coesão fenotípica através de mecanismos intrínsecos de coesão” (Templeton, 1989). Que mecanismos de coesão são estes? Alan Templeton é um geneticista de populações e, para ele, o principal objetivo do conceito de coesão é lançar alguma luz sobre o processo de especiação. Sendo assim, ele incorporou ao seu conceito os mecanismos evolutivos da genética de populações: fluxo gênico, seleção natural e deriva genética. Já discutimos o papel do fluxo gênico em manter uma espécie (e sua coesão fenotípica) nos conceitos de isolamento e de reconhecimento. Fluxo gênico, neste sentido, pode ser visto tanto de uma forma negativa (como no conceito de isolamento), ao impedir ou reduzir ao mínimo a troca de material genético entre populações de espécies diferentes, como de uma forma positiva (como no de reconhecimento),

se o encaramos como mecanismos (adaptações) facilitando a troca de material genético e reprodução entre indivíduos de uma mesma espécie. O papel da seleção também já foi parcialmente discutido no conceito ecológico de espécie. Outra perspectiva sobre a seleção como um mecanismo causando coesão fenotípica é pensar no seu papel de jogar parte da variação genética fora e, ao mesmo tempo, manter certas variantes genéticas na população. Ao fazer isto, a seleção está estabelecendo relações de ancestralidade-descendência entre genes (e os indivíduos que os carregam) e, portanto, determinando a coesão fenotípica das espécies. Pensem por exemplo em espécies assexuadas, elas não existem? Claro que não, espécies assexuadas têm uma existência tão real quanto as sexuadas e seleção deve ter um papel fundamental ao manter sua coesão (já que obviamente o fluxo gênico não o faz!). Deriva genética também estabelece relações de ancestrais-descendentes entre alelos ao descartar ao acaso, ao longo do tempo, parte desses alelos constituindo uma população, enquanto outros aumentam em frequência até serem fixados. O conceito de coesão evita então dois grandes problemas que os conceitos baseados apenas em fluxo gênico compartilham entre si: Muito sexo e pouco sexo!

Pouco sexo – Os conceitos reprodutivos discutidos acima (isolamento e reconhecimento) não se aplicam a boa parte da diversidade da vida, ou seja, todos aqueles organismos que apresentam reprodução assexuada. Não existem espécies assexuadas? Já vimos acima que sim. Em rotíferos, por exemplo, as espécies assexuadas são até mais bem delimitadas que as sexuadas. Em organismos assexuados, portanto, outras forças devem estar mantendo a coesão fenotípica observada e estas forças devem ser a seleção natural e a deriva genética atuando no sentido de estabelecer relações de ancestralidade-descendência. Ambos os mecanismos fazem isto ao jogar fora parte das variantes genéticas e guardar outra parte que assim passa a ser mais representada na população deixando mais cópias delas mesmas, seja ao acaso, como na deriva, seja por serem favorecidas por seleção.

Muito sexo – Isto se refere ao fato de que diversas espécies, particularmente em grupos mais complexos em termos de organização, como os mamíferos e as plantas com flores, frequentemente apresentam as linhagens divididas em “singameons”, que são grupos de espécies proximamente relacionadas que ainda têm a capacidade de trocar genes na natureza, mas que se comportam como unidades evolutivas independentes. Diversos exemplos são conhecidos. Por exemplo, duas espécies de árvores norte-americanas aparentadas ao salgueiro, ambas do gênero *Populus* (conhecidas como “poplars” e “cottonwoods”), ainda hoje apresentam zonas híbridas no encontro das respectivas distribuições. No entanto, o registro fóssil mostra que elas continuaram distintas por cerca de 12 milhões de anos a despeito da hibridação durante todo este período. Muito embora os híbridos até sejam espacialmente dispersos, férteis e antigos, estas duas espécies de árvores mantiveram e continuam



mantendo uma coesão fenotípica, genética e ecológica, se comportando como linhagens evolutivas distintas e separadas. O mesmo ocorre com diversas espécies de carvalhos (gênero *Quercus*) na América do Norte e na Europa. Este fenômeno não é restrito apenas às plantas. Lobos e coiotes são morfologicamente, ecologicamente e geneticamente distintos. Lobos caçam em bandos, têm uma estrutura familiar, são sociais e apresentam uma morfologia bem diferente da do coiote. Por outro lado, os coiotes são solitários no seu comportamento de caça e não podem ser confundidos de forma alguma com os lobos em termos de morfologia. Mas ainda hoje estas duas espécies são capazes de hibridar na natureza, sendo o híbrido fértil e viável. No entanto, apesar da troca de genes que já dura pelo menos 500.000 anos, lobos e coiotes, mesmo não satisfazendo o critério de isolamento, são de fato duas linhagens evolutivas independentes. Diversos outros exemplos existem como em *Drosophila heteroneura* e *D. silvestris* no Havaí e os saguis do leste brasileiro (*Callithrix* ou micos-estrela).

A ideia mais geral de espécie

Tendo examinado todos estes conceitos você pode estar esperando que agora ao final deste artigo um conceito maravilhoso de espécie possa ser formulado que vai dar conta de todas as situações possíveis discutidas acima. Bom, sinto informar que não. Todos os conceitos modernos discutidos acima são muito bons dentro de certo contexto e para certos organismos. Mas existe sim um ponto em comum a todos os conceitos acima. Esta ideia mais geral do que é uma espécie, está explícita ou implícita em cada um dos conceitos discutidos acima. Podemos chama-la de “conceito geral de linhagem” (de Queiroz, 1998) que, de uma forma muito simples, coloca que uma espécie é uma linhagem, ou seja, uma sequência temporal/espacial de populações ancestrais e descendentes. Isto fica óbvio em conceitos como o evolutivo, no qual esta ideia mais geral de espécie está incorporada diretamente na definição. No entanto, mesmo conceitos horizontais que aparentemente não parecem contemplar a ideia de linhagens evolutivas de forma implícita, o fazem. Vamos tomar o conceito de isolamento como exemplo. Nele as espécies são definidas por estarem isoladas reprodutivamente de outras espécies próximas com suas populações constituíntes trocando genes. Ora, desta forma a espécie é um campo de recombinação gênica naquele momento no tempo ocupando uma certa área de distribuição. Se pensarmos que a cada momento no tempo isto está ocorrendo fica claro que o fluxo gênico irá estabelecer sequências de populações ancestrais e descendentes que compõe uma espécie no tempo e no espaço (ver de Queiroz, 1998).

Generalização sistemática e o problema das espécies

Robert O’Hara (1993) publicou um trabalho que considero revolucionário, e simples, sobre o “problema

Marroig, G.: Conceitos de espécies

da espécie”. O’Hara faz uma analogia entre o processo de produção de mapas, conhecido como generalização cartográfica, e o processo de generalização sistemática pelo qual as espécies são reconhecidas na natureza. Na cartografia, tudo o que fazemos é simplificar a realidade para produzir um mapa que represente o espaço do mundo real de uma forma que seja útil para um propósito específico. Por exemplo, se você fosse um motorista de caminhão vindo do Sul do país e levando carga através da cidade de São Paulo para o Nordeste, você estaria interessado em saber quais são as vias de acesso principal a cidade e como fazer para entrar e sair de São Paulo pelo caminho mais rápido e curto. Você não teria praticamente interesse em saber quais são as linhas de metrô e suas estações. Portanto, um mapa rodoviário produzido com esta finalidade poderia muito bem não representar as linhas de metrô. Por outro lado, se você fosse um turista ou morador recém-chegado a cidade, certamente você precisaria de um mapa mostrando as estações de metrô. Ambos os mapas são representações razoáveis do mundo, mas mostram características diferentes do mesmo. Um mapa não é mais verdadeiro do que o outro. Na cartografia fazemos uma generalização do espaço, o mundo real é representado de uma forma simplificada em uma folha de papel, seja eliminando pontos e objetos ou apenas simplificando o contorno dos objetos.

No caso da biologia, o processo de generalização sistemática é análogo ao cartográfico, mas simplificamos o mundo a partir de uma dimensão temporal. Quando nossa narrativa é retrospectiva, não temos nenhum problema em representar a diversidade da vida em categorias superiores bem marcadas como gêneros, famílias, ordens etc. Os eventos evolutivos envolvidos na origem destes táxons superiores já estão tão distantes no tempo que não existe dúvida sobre as descontinuidades apresentadas. No entanto, quando nos aproximamos do nível hierárquico das espécies e populações, nossa narrativa evolutiva com frequência deixa de ser retrospectiva e passa a ser prospectiva. É fundamental ter isto em mente, de que as espécies são descontinuidades na natureza sendo produzidas por um processo contínuo de evolução. Assim, se pegamos espécies que ainda estão em *status nascendi* ou que ainda não completaram sua separação completa, podemos interpretar esta quebra como definitiva e sem volta. Mas dependendo do que virá a acontecer, das mudanças ambientais, como as disparadas em escalas centenárias ou milenares pelos ciclos climáticos de Milankovitch por exemplo, esta separação que nos parecia definitiva pode deixar de ser. Diferentes conceitos, com seus diferentes critérios para reconhecer as espécies e ênfases diferentes irão com frequência levar a diferentes previsões, gerando conflito e narrativas conflitantes. Isto não quer dizer que as espécies não tenham existência real, mas sim que somos narradores envolvidos em uma história que está acontecendo e que, portanto, não está totalmente determinada. Todos os conceitos de espécies discutidos acima são simplificações e aproximações a uma história que está acontecendo, sendo assim, baseados em julgamentos



de valor sobre as descontinuidades observadas na natureza, descontinuidades estas que podem ou não ser definitivas. Como o futuro é indeterminado, previsões feitas hoje baseadas nos fatos disponíveis (desde sequências de DNA até caracteres qualitativos e quantitativos da morfologia e comportamento) podem não se materializar no futuro. Portanto, todos os conceitos de espécies sofrem deste problema de “generalização sistemática” e, para que a questão seja resolvida, necessitamos primeiramente reconhecer a insolubilidade deste problema de representação temporal. Do meu ponto de vista, o reconhecimento das espécies e a sistemática se beneficiaria enormemente ao reconhecer o problema da generalização sistemática e, com isto, focar mais em uma volta à sistemática Simpsoniana como um estudo das formas e da diversidade dos organismos em sua totalidade, ou seja, suas relações ecológicas/genéticas dentro de um contexto espaço-temporal e não apenas, como parece ter sido o foco das últimas duas décadas, nas relações de parentesco entre linhagens. Isto não quer dizer adotar universalmente o conceito evolutivo de Simpson mas sim reconhecer que todos os conceitos de espécies sofrem, dada a natureza do fenômeno que estamos descrevendo (espécies e especiação), do problema da generalização sistemática e portanto nosso foco deveria estar em descrever os fenômenos/fatos relacionados as nossas tomadas de decisão taxonômicas a luz do conceito de espécies sendo usado e dentro de um contexto evolutivo que envolve não apenas as relações de parentesco entre linhagens/espécies mas também a totalidade e suas relações ecológicas que impulsionam a história das relações de parentesco.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a 3 revisores que ajudaram a corrigir erros, polir e preparar este manuscrito para publicação final. Qualquer erro restante seja de forma, conteúdo ou opinião é claro de minha única e inteira responsabilidade e não dos revisores. A FAPESP por financiar o “laboratório de evolução de mamíferos” através do projeto temático 2011/14295-7.

REFERÊNCIAS

- Mayr E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Harvard University Press, Cambridge.
- O'Hara RJ. 1993. Systematic generalization, historical fate, and the species problem. *Systematic Biology* 42(3): 231-246.
- O'Hara RJ. 1994. Evolutionary history and the species problem. *American Zoologist* 34: 12-22.
- Paterson HEH. 1985. The recognition concept of species. Pp. 21-29, in Vrba ES (Ed.), *Species and Speciation*. Transvaal Museum Monograph 4, Pretoria.
- Queiroz K. 1998. The general lineage concept of species, species criteria, and the process of speciation: a conceptual unification and recommendations. Pp. 57-78, in Howard DJ, Berlocher SH (Eds.), *Endless Forms – Species and Speciation*. Oxford University Press, Oxford.
- Simpson GG. 1961. *The principles of animal taxonomy*. Columbia University Press, New York.
- Templeton AR. 1989. The meaning of species and speciation: a genetic perspective. Pp. 3-27, in Otte D, Endler JA (Eds.), *Speciation and its Consequences*. Sinauer, Sunderland.
- Van Valen L. 1976. Ecological species, multispecies, and oaks. *Taxon* 25: 233-239.
- Wiley EO. 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Systematic Zoology* 27:17-26

Submetido em 25/março/2015

Aceito em 12/junho/2015