



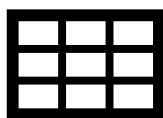
GUSTAVO CAPONI

**AMEGHINO E SUAS LEIS DE SERIAÇÃO DE CARACTERES:
UM INSTRUMENTO PARA A PALEONTOLOGIA EVOLUTIVA**

DOI: 10.5281/zenodo.12786242

***VITA SCIENTIA* VOL. VIII (NÚMERO 1) 2024: 57-66**

ISSN 2595-7325



Ameghino e Suas Leis de Seriação de Caracteres: Um Instrumento para a Paleontologia Evolutiva

Ameghino and His Laws of Character Sequencing: An
Instrument for Evolutionary Paleontology

Gustavo Caponi¹

1. Departamento de Filosofia Universidade Federal de Santa Catarina CNPq

Apresentação

Florentino Ameghino (Lujan, 1854 – La Plata, 1911), o primeiro cientista argentino cujo trabalho alcançou verdadeiro reconhecimento internacional (cf. Cope, 1891), não foi apenas esse caçador de fósseis, tenaz e prolífico, que Buffetaut (2013) e outros souberam retratar. Sua pioneira obra programática, *Filogenia* (Ameghino, 1915[1884]), mostra que seu trabalho empírico estava guiado por uma clara compreensão do modo pelo qual a Paleontologia deveria inserir-se em uma História Natural reorganizada pela perspectiva darwiniana, contribuindo assim para seu desenvolvimento e definitiva consolidação. No que tange a isso, são muito importantes as leis de seriação filogenética de caracteres, cuja enunciação e apresentação constituíam, segundo o próprio Ameghino (1915[1884], p.502-3), o núcleo e a principal contribuição dessa obra, que hoje serve como um documento sumamente eloquente a respeito do modo como o darwinismo impactou a Paleontologia e a História Natural em geral (cf. Caponi: 2017; 2022).

Essas leis eram importantes não pelo fato de desvelarem invariantes causais envolvidas nos processos evolutivos, mas por individualizarem invariantes sequenciais que definiam sucessões irreversíveis nos estados de certos caracteres. Essas invariantes permitiam seriar, ou polarizar, filogeneticamente esses estados, e isso era crucial na descoberta e validação de relações de filiação entre táxons. Incumbência essa que definia, conforme Ameghino (1915[1884], p.69; 1936[1908], p.226) bem entendia (Novoa & Levine, 2010, p.98), o principal vetor teórico da primeira *Biologia Evolucionária* (Bowler, 1996, p.40; Caponi, 2011, p.103): o Programa Filogenético (cf. Caponi, 2011, p.4).

Das correlações funcionais às seriações filogenéticas

Antes da irrupção do darwinismo, os paleontologistas determinavam e reconstruíam os fósseis atendendo às correlações funcionais sublinhadas por Cuvier (1992[1812], p.97), sem deixar de levar em conta as invariâncias morfológicas em que Geoffroy Saint-Hilaire (1807, p.343) tinha insistido (Caponi, 2015, p.19), e, até certo ponto, essa integração entre as perspectivas de Cuvier e Geoffroy persistiria na Paleontologia evolucionista (cf. Huxley, 1893[1878], p.223). Darwin (1859, p.206) afirmou que sua teoria integrava a sujeição à unidade de tipo postulada por Geoffroy com as exigências das condições de existência sublinhadas por Cuvier (cf. Caponi, 2011, p.45), e o trabalho dos paleontólogos evolucionistas ratificava essa integração. O novo, e definitivamente revolucionário, era poder e saber usar as reconstruções orientadas por esses pressupostos, bem como os conhecimentos morfológicos nelas implicados, para, com base nisso, reconstruir séries e árvores filogenéticas. E era para isso que Ameghino apontava em *Filogenia*.

No discurso preliminar às *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes*, Cuvier (1992[1812], p.97) tinha mostrado que, partindo de alguns restos fossilizados e levando em consideração correlações funcionais entre partes orgânicas, que ele gostava de apresentar como genuínas leis, era possível fornecer reconstruções quase completas e relativamente confiáveis dos organismos aos quais esses restos tinham pertencido. Os fragmentos de uma dentadura de herbívoro nos levavam a inferir uma determinada conformação do aparelho digestivo do animal, e a presença de restos de chifres e cascos confirmava essa inferência. Além disso, essa mesma dentição também podia indicar que o animal em questão deveria ser um mamífero placentário. Outra forma de dentição teria indicado que o animal a ser reconstruído era um marsupial carnívoro, e isso também permitiria inferir algo sobre a forma de sua pélvis (Caponi, 2008, p.59).

Conforme Cuvier arguia (1992[1812], p.97), as leis que guiavam essas inferências por meio das quais “cada tipo de ser poderia [...] ser reconhecido por qualquer fragmento de cada uma de suas partes”, eram todas tributárias do Princípio da Correlação das Formas nos Seres Organizados: “Todo ser organizado forma um conjunto, um sistema único e fechado, no qual todas as partes se correspondem mutuamente e convergem na mesma ação definitiva por uma reação recíproca” (Cuvier, 1992[1812], p.97). Quer dizer: todas as partes de um ser vivo têm que guardar uma estrita correlação funcional entre si (cf. Caponi, 2008, p.50), e essa correlação permite que uma parte possa ser inferida e reconstruída a partir do conhecimento de outras.

Entretanto, essa forma de raciocinar, que Ameghino (1915[1884], p.269-74) só reputava válida dentro de margens relativamente estreitas e a serem filogeneticamente estabelecidas (cf. Cabrera, 1944, p.31), aludia apenas à forma e às partes de um organismo individual, permitindo reconstruir a morfologia de uma espécie antes desconhecida e da qual só ficavam vestígios fragmentários. Mas, seguindo essa forma de raciocinar, nada se poderia conhecer sobre a filiação, sobre a filogenia dessa espécie, que era o interesse específico da Paleontologia Evolutiva (Ameghino, 1915[1884], p.69). Para descobrir essa filiação com rigor e precisão, pensava Ameghino (1915[1884], p.10-11), eram necessárias leis de outro tipo: leis da sucessão evolutiva dos estados de caráter (cf. Ameghino, 1915[1884], p.234), e não meras leis de coexistência das partes como as correlações cuvierianas ou as invariâncias morfológicas assinaladas por Geoffroy.

Do mesmo modo que Cuvier dizia: “me dê um osso qualquer do esqueleto e lhes darei o animal” (Ameghino, 1915[1884], p.69), Ameghino (1915[1884], p.69) queria chegar a dizer: “me deem ao acaso duas formas distintas de mamíferos e eu restaurarei os intermediários”. “Se o transformismo, como tudo indica, é uma realidade”, dizia ele, “a restauração dos tipos intermediários se reduz a um problema bem simples: encontrar por meio de dois termos conhecidos um [termo] desconhecido, e sua forma será determinada pelo valor dos diferentes caracteres anatômicos em cada um dos extremos” (Ameghino, 1915[1884], p.69). Por isso, na perspectiva de Ameghino (1915[1884], p.386): “todo o segredo da construção da classificação natural e da reconstrução da Filogenia está no procedimento da seriação”.

Todavia, para que essa seriação de formas e de estados de caráter fosse possível e confiável, era necessário estabelecer leis que a guiassem e que também permitissem justificar as conclusões que daí surgissem. Na posse dessas leis, não somente poderíamos reconstruir a ossada de um Toxodonte, mas também situar esse gênero em um quebra-cabeças genealógico (Ameghino, 1915[1884], p.7-8), e é a natureza dessas ‘leis de seriação’ que aqui importa considerar. Nesse sentido, o primeiro fator a ser sublinhado é o tipo de conhecimento que essas leis deveriam produzir: um conhecimento que vale caracterizar como estritamente ‘retroditivo’. Um conhecimento que pode predizer o passado ainda desconhecido a partir do presente já constatado, mas que não pode ir do passado ou do presente para o futuro.

“A predição”, dizia Gregorio Klimovsky (1994, p.163) em suas aulas, “não tem por que referir-se estritamente a um fato futuro e não a um fato atual ou, inclusive, do passado, sobre o qual não tínhamos conhecimento”. Nesses dois últimos casos:

A predição não se antecipa aos fatos, mas ao nosso conhecimento deles. Um astrônomo pode ‘predizer’ que em 14 de agosto de 1035 ocorreu um eclipse. Nesse sentido, predizer é afirmar algo sobre o que ainda não temos informação devida, embora seja a propósito de um fato já acontecido. Tal coisa é perfeitamente factível em História, se bem que os historiadores não empregariam nesse caso a palavra ‘predição’ e prefeririam falar de ‘retrodição’: a operação de deduzir o que deve ter ocorrido no passado (Klimovsky, 1994, p.163).

Dizer que as generalizações a que aludia Ameghino pretendem fornecer conhecimento estritamente retroditivo significa, então, que essas generalizações não querem nos habilitar a conhecer processos evolutivos futuros, mas a inferir a ocorrência de eventos, estados de coisas e processos passados ou presentes. Inclusive a inferir a existência, no passado ou no presente, de entidades sobre as quais não temos qualquer conhecimento direto. Um conhecimento puramente retroditivo reconstrói a trama das condições necessárias que tiveram que ser cumpridas para que determinados fatos possam ter ocorrido. Mas isso é feito sem aludir às condições suficientes desses fenômenos. Porque, quando se tem conhecimento das condições suficientes para a ocorrência de certo tipo de fenômenos, isso já permite predições de eventos futuros. E a diferença entre condições necessárias e suficientes é chave aqui: o membro anterior dos tetrápodes de vida terrestre foi uma condição necessária para a evolução da aleta peitoral dos cetáceos, mas não foi sua condição suficiente. Sabemos, entretanto, que qualquer linhagem aquática que apresente uma aleta que tenha essa estrutura, deve descender de animais terrestres. Eis aí a retrodição.

Nesse caso, de todo modo, já supomos conhecida a estrutura primitiva. Mas esse tipo de raciocínio pode nos levar a retrodizer a existência e até os contornos de formas desconhecidas. Formas cuja existência e morfologia, entretanto, a análise das estruturas conhecidas nos obriga a aceitar como condição necessária para a aparição dessas formas derivadas agora constatadas. Desse modo:

Comparando entre si as diferentes espécies do gênero Felis ou do gênero Canis, observando os caracteres que são comuns a ambos os grupos, seu grau de desenvolvimento segundo as diferentes espécies, os órgãos primitivos mais ou menos atrofiados, etc., pode-se chegar a reconstruir o tipo predecessor primitivo dos cães, dos gatos e das demais famílias. E isso [...] é seguro porque os ensaios já praticados deram resultados concordantes com a teoria. Comparando as diferentes espécies do gênero Equus, formado pelos cavalos, o asno, a zebra, etc., observou-se que todas elas apresentam ao lado do osso comprido que precede o casco, outros dois ossinhos rudimentares chamados estiloides, um de cada lado, que parecem indicar a presença de dois dedos que quiseram desenvolver-se e não conseguiram. São órgãos atrofiados; e de sua existência se deduziu que o tipo primitivo dos cavalos devia ser provido de três dedos, e isso é efetivamente assim. Essa forma de cavalo antigo com três dedos em cada pé vivia nos tempos terciários médios e é atualmente conhecida com o nome de Hipparion (Ameghino, 1915[1884], p.67).

Porém, a retrodição filogenética, conforme sustentava Ameghino (1915[1884], p.68), poderia dar outros lucros epistêmicos: além de permitir reconstruir os tipos primitivos dos quais derivam as formas atuais, essas comparações poderiam chegar a indicar a existência e a configuração de tipos intermediários entre esses ancestrais compartilhados pelas espécies ou famílias atuais. Esses tipos intermediários se imporiam como mediações ou elos necessários entre as formas derivadas atuais e o que supomos ser o ancestral comum a todas elas. Quer dizer: além de nos permitir reconstruir

a morfologia do ancestral de três famílias atuais de edentados – tamanduás (Myrmecophagidae), bichos-preguiça (Bradypodidae) e tatus (Dasypodidae) – o conhecimento das leis filogenéticas também nos indicaria algo sobre as formas mediadoras entre esse ancestral compartilhado e essas formas derivadas que de fato conhecemos (cf. Salgado & Lizarraga, 2005, p.122; Novoa & Levine, 2010, p.99).

Partindo dessas leis, poderíamos inferir a existência de formas extintas que tivessem sido para os tamanduás e bichos-preguiça de hoje, o que *Columba livia* é para as diferentes raças de pombas domésticas: uma condição necessária para preencher o hiato entre o atual e o mais remoto. Assim, do mesmo modo que podemos dizer que um astrônomo prediz, ou retrodiz, que em 14 de agosto de 1035 ocorreu um eclipse, também poderíamos dizer que o paleontologista seria capaz de prever, ou de retrodizer, a existência de linhagens das quais ainda não se conhece vestígio ou exemplar algum. Por isso, analogamente a Cuvier (1992[1812], p.47), Ameghino (1915[1884], p.7-8) também comparou seu cálculo de caracteres com os resultados da Astronomia (Salgado & Lizarraga, 2005, p.117), embora isso, é importante dizer, implicasse ignorar que o conhecimento filogenético que Ameghino estava construindo era puramente retroditivo, sem a capacidade antecipatória que a Astronomia possui.

Leis sem causas

Sem menosprezar a importante diferença entre leis de correlações funcionais entre caracteres que permitem reconstruir organismos a partir de fragmentos e leis de seriação filogenética de caracteres que permitem inserir em uma árvore filogenética as espécies e gêneros cujos organismos foram reconstruídos, devemos também reconhecer que entre ambos os tipos de enunciados nômicos existe uma semelhança importante: nem as primeiras nem as últimas são leis causais. Não, pelo menos, da forma como umas e outras eram consideradas por Cuvier e Ameghino. As leis sugeridas por Cuvier eram leis de coexistência, que permitiriam construir esse tipo de explicação não causal que Arno Wouters (1995) chamou de ‘explicações de viabilidade’ (cf. Caponi, 2014, p.29). Por seu lado, as de Ameghino eram leis que aludiam a sucessões evolutivas de estados de caráter sem considerar os mecanismos que produziam essa sucessão.

Claro, na Biologia atual, o fato dessas correlações funcionais permitirem satisfazer as condições de existência de cada ser vivo pode ser explicado causalmente apelando-se tanto à própria seleção natural (Caponi, 2012, p.19-20) quanto às exigências organizacionais do desenvolvimento, responsáveis por essas coerções ontogenéticas que a Biologia Evolucionária do Desenvolvimento hoje sublinha (Caponi, 2012, p.133-5). E possivelmente caiba dizer algo semelhante sobre as leis de seriação enunciadas por Ameghino. Porém, reconhecer que isso seja assim, não implica negar que tanto as leis de Ameghino quanto as de Cuvier estavam desprovidas, elas mesmas, de qualquer conteúdo causal. O que também ocorre com as leis de Kepler, que encontram explicação nas leis causais que regem a mecânica celeste, mas, por si próprias, não fornecem conhecimento causal.

É digno de sublinhar, por outro lado, que as leis que Ameghino formula não pretendiam aludir a tendências que se registrassem em todas as linhagens, e, nesse sentido, não eram universais. Mas, mesmo assim, essas leis apresentavam uma característica que as tornava muito úteis para o paleontólogo evolucionista: onde essas tendências se registravam, nunca se revertiam, embora pudessem se deter. O que importava, com efeito, é que fossem tendências irreversíveis, porque era daí que obtinham sua capacidade retroditiva. A partir delas, se em uma etapa evolutiva de uma linhagem em estudo se verificasse um estado de caráter C_3 , poderíamos inferir, ‘sem margem de erro’, que esse estado teria derivado de um estado C_2 e de um estado anterior C_1 .

A tendência ao aumento de tamanho que muitas linhagens mostram em alguns momentos de sua história evolutiva (cf. Gaudry, 1896, p.53), pode nos servir para explicar isso. Esse fenômeno, de fato frequente, ficou pomposamente registrado na literatura paleontológica como ‘Lei de Cope’ ou ‘Regra de Cope’ (cf. Allaby 2008, p.132), e ainda há quem use essas expressões, embora, na realidade, Edward Cope nunca tenha enunciado essa ideia de forma explícita, por meio de uma fórmula concisa, em qualquer de seus escritos (Stanley, 1973, p.1). O que importa aqui, porém, é que, por comum que seja, essa tendência, conforme Ameghino (1915[1884], p.233-4) soube assinalar, não poderia ser a base de uma lei de seriação do tipo que ele procurava. Não pelo fato de não ser universal, mas por existirem muitos casos nos quais essa tendência, uma vez iniciada, regredia. Quer dizer: não era uma tendência irreversível. O nanismo insular, sem irmos mais longe, é um exemplo muito conhecido e frequente disso (cf. Lomolino, 2005).

Por isso, o que Ameghino (1915[1884], p.67) precisava era identificar caracteres, ou grupos de caracteres, que, no caso de se modificarem, fizessem-no sempre em um mesmo sentido: avançando sempre, “sem retroceder jamais” (Ameghino, 1915[1884], p.350), como os sedimentos que se deslocam num terreno inclinado. Esses caracteres, dizia também Ameghino (1915[1884], p.234-5), “podem ficar estacionários durante espaços de tempo considerável”, mas não regredem e sempre retomam seu “caminho evolutivo”. Por isso, considerando-os, é possível estabelecer relações de

ancestralidade e descendência nas linhagens que mostram diferentes estados desses caracteres. As leis da filogenia são enunciados que identificam esses estados de caráter e nos indicam a sequência em que eles mudam.

Exemplos de leis de seriação de estados de caracteres

A encefalização progressiva, à qual Othniel Marsh (1874, p.67) já tinha caracterizado como constituindo uma tendência verificada nos mamíferos do terciário (cf. Buffetaut, 1998, p.83; Faria, 2012, p.308), e que hoje continuaria a ser citada na Paleontologia dos séculos XIX e XX (cf. Gaudry, 1896, p.139; Rensch, 1960, p.112), era, conforme Ameghino (1915[1884], p.235) assinalava, um bom exemplo de mudança evolutiva unidirecional e irreversível. Supostamente, uma vez que essa tendência se iniciava em uma linhagem, nunca regredia, embora pudesse se deter (Ameghino, 1915[1884], p.237). Assim, para o caso dos vertebrados, era possível estabelecer-se esta lei: “Nenhum vertebrado pode descender de outro que tenha um cérebro mais desenvolvido que o seu, mas todo animal cujo cérebro em relação ao seu tamanho apresente um volume dado, deve descender de outro de cérebro menos desenvolvido” (Ameghino, 1915[1884], p.351-2).

Outro caso análogo seria a tendência à viviparidade (Ameghino, 1915[1884], p.243): “Uma evolução constante, independente nos distintos grupos, empurra os seres organizados indefinidamente e de geração em geração a virem a ser progressivamente mais vivíparos” (Ameghino, 1915[1884], p.247). Fato que, independentemente de qual pudesse ser o mecanismo envolvido, permitia estabelecer leis de sucessão como estas: “nenhum ovíparo pode descender de um ovovivíparo”, e “os placentários devem ter tido por antecessores os didelfos, estes devem ter sido precedidos pelos ornitodelfos, estes últimos pelos ovovivíparos, e estes pelos ovíparos” (Ameghino, 1915[1884], p.352).

Para Ameghino (1915[1884], p.248), a tendência à ossificação também era muito importante. Segundo ele: “todo órgão cartilaginoso que em sua evolução progressiva chega a ossificar-se não volta jamais a seu estado primitivo, a não ser para desaparecer” (Ameghino, 1915[1884], p.251), e isso dava base a leis como esta: “nenhum vertebrado cartilaginoso pode descender de outro vertebrado de esqueleto ossificado, mas todos os de esqueleto ossificado devem ter por antecessores, mais ou menos longínquos, vertebrados de esqueleto cartilaginoso” (Ameghino, 1915[1884], p.350). Assim, e conforme lemos em Filogenia, “o tipo vertebrado” surgiu “com suas partes ósseas atuais unidas e cartilaginosas”. Depois essas partes “começaram a segmentar-se”, para posteriormente irem “ossificando-se gradualmente sem que essa tendência à ossificação tenha alcançado seu último limite” (Ameghino, 1915[1884] p.251).

Por isso, dizia Ameghino (1915[1884], p.253), em consonância com o que Geoffroy Saint-Hilaire (1807) já tinha estabelecido em princípios do século XIX (Caponi, 2015, p.17), “os animais que têm ossos cranianos divididos em um maior número de peças são os mais inferiores e os que formam o limite dos vertebrados de esqueleto ósseo com os de esqueleto cartilaginoso”. Enquanto isso, “os que têm mais peças soldadas e, por conseguinte, na aparência, um menor número de ossos, são os vertebrados que mais avançaram em sua evolução”. A estrutura cartilaginosa se fragmenta em múltiplas peças indiferenciadas que depois se modificam, em alguns casos se fundem e em outros desaparecem.

Mas também há leis mais específicas que, pelos caracteres a que aludem, só podem referir-se a táxons que evoluíram em uma direção particular. Estas duas leis são exemplos claros disso: “todo vertebrado aquático cujos membros estejam providos de unhas, deriva de vertebrados terrestres providos igualmente de unhas”, e “todo quadrúpede de unhas e de dedos unidos por uma membrana para facilitar a natação, descende de outro próximo puramente terrestre e cujos dedos eram, por conseguinte, livres” (Ameghino, 1915[1884], p.348). Podemos também citar estas outras leis:

[1] Todo animal cujos incisivos, caninos ou molares apresentem um desenvolvimento tão grande que rompa a homologia de proporção que primitivamente apresentavam esses órgãos, tem por antecessores outros que os tinham menores.

[2] Todo mamífero que apresente incisivos, caninos ou molares em estado completamente rudimentar, descende de outros que tinham esses órgãos de maior tamanho.

[3] Todo mamífero ou qualquer outro vertebrado que tenha olhos rudimentares ou careça absolutamente deles, tem por antecessores outros que tinham esses órgãos completamente desenvolvidos (Ameghino, 1915[1884], p.350).

Essas são leis que, segundo o próprio Ameghino, podem ser consideradas especificações desta fórmula mais geral:

Todo órgão que em alguns dos mamíferos atuais ou extintos se apresente com um tamanho anormal, seja por excessiva pequenez, seja por excessivo desenvolvimento, constitui um caráter de adaptação produzido por modificação por diminuição no primeiro caso, por modificação por aumento no segundo, e teve seu tamanho

normal naqueles mamíferos que diretamente precederam aqueles que o possuem anormal. (Ameghino, 1915[1884], p.350)¹.

E por ‘normalidade’ não devemos entender outra coisa que o valor médio da proporção desse órgão com relação aos outros órgãos na linhagem à qual atribuímos a forma em estudo. Por exemplo, na subordem dos Ruminantia, as espécies do gênero *Giraffa* apresentam um pescoço proporcionalmente mais comprido que o restante do grupo, e por isso consideramos que esse gênero deve ter evoluído a partir de uma espécie da família Giraffidae semelhante ao *Okapia johnstoni*. Valendo o mesmo para o longo terceiro dedo do aye-aye, *Daubentonia madagascariensis*, com relação à proporção que esse dígito guarda com outros dedos, tanto no caso da subordem Strepsirrhini, como no caso da ordem primata em geral.

Mas nada parecia ser mais útil, em termos de leis filogenéticas, que essas homologias seriais às quais Ameghino (1915[1884], p.279) chamava simplesmente ‘homologias’, deixando o termo ‘análogos’ para as homologias especiais. Um exemplo de lei referente a estruturas (serialmente) homólogas seria este: “Os animais que têm uma coluna vertebral composta de segmentos numerosos não podem descender de outros cuja coluna vertebral seja constituída por um número menor de osteodemas” (Ameghino, 1915[1884], p.356). Por isso: “animais que têm poucas vértebras tiveram por antecessores outros que tinham muitas” (Ameghino, 1915[1884], p.356). E é pelo mesmo motivo que também podemos saber que “os animais de cauda larga e composta de numerosas vértebras não podem descender dos de cauda curta e de poucas vértebras, mas que estes tiveram por ascendentes os primeiros, e os animais desprovidos de cauda aparente descendem de outros que necessariamente a tinham mais desenvolvida” (Ameghino, 1915[1884], p.357).

Dedos e dentes eram, nesse sentido, de grande valor para a Paleontologia Evolutiva. A respeito deles, Ameghino (1915[1884], p.362) propunha leis como esta: “nenhum animal provido de cinco dedos em cada pé pode descender de outro que tivesse quatro, três, dois ou um”; e também como esta: “vertebrados edentados sempre descendem de dentados e nunca o inverso” (Ameghino, 1915[1884], p.364). Era, de fato, em sua terrível simplicidade que essas generalizações permitiam seriações filogenéticas que, sem considerar esses caracteres, teriam sido muito difíceis de serem estabelecidas. Seu fundamento, por outro lado, parecia estar na ideia que Ameghino tinha do surgimento dos tetrápodes.

Conforme era consensual na época, e por muito tempo depois, Ameghino (1915[1884], p.254) também considerava que, “desde que apareceu o tipo quadrúpede provido de cinco dedos”, esses elementos anatômicos se “modificaram na forma e no número por perda, atrofia ou soldadura”, sem que nunca aparecesse, “depois disso, nenhum animal que tivesse, como caráter normal e permanente, mais de cinco dedos em cada pé”. E algo semelhante ele deve ter pensado dos dentes: estes poderiam modificar-se, soldar-se uns aos outros e inclusive desaparecer, mas a evolução de seu número nunca iria de menos a mais. Segundo Ameghino (1915[1884], p.254-5), “os órgãos análogos e homólogos que formam o esqueleto se constituíram, desde um princípio, em número completo, sem que depois, no transcurso do tempo, tenham aparecido novas partes análogas ou homólogas”. E, para ele, os dentes e os dedos eram parte desse repertório básico que nunca poderia ganhar novos componentes, embora pudesse perdê-los.

Perdas irremediáveis

Para Ameghino, conforme falei acima, as partes ósseas que os vertebrados de fato possuem derivam de segmentos homogêneos resultantes da partição de estruturas cartilaginosas primitivas. Esses segmentos depois vão se diferenciando e se ossificando, podendo chegar a soldar-se na conformação de estruturas mais complexas. Assim, do mesmo modo que o arquétipo de Owen (1849, p.87) contava com todos os segmentos necessários para, por diferenciação, eventual junção e inclusive atrofia de alguns deles, construir o esqueleto de qualquer vertebrado (Russell, 1916, p.104), o ancestral de todos os animais com esqueleto ósseo contava, segundo o raciocínio de Ameghino parece supor, com todos os fragmentos cartilagosos para, por ossificação, diferenciação, junção e eventual atrofia, construir o esqueleto de todos os peixes ósseos e também dos tetrápodes.

A evolução a partir desse ancestral comum teria, de modo progressivo, diferenciado morfológica e funcionalmente essas peças originariamente semelhantes entre si, por isso: “conforme descemos para os vertebrados inferiores, as vértebras das diferentes regiões, inclusive as do crânio, parecem-se mais entre si que nos animais

¹ Ao referir-se a um ‘caráter de adaptação’, Ameghino (1915[1884], p.145) está pressupondo sua própria distinção entre ‘caracteres de adaptação’ e ‘caracteres de organização’. Os primeiros “são os que proporcionam as diferentes variações de tamanho ou de forma que pode oferecer um mesmo órgão na série dos vertebrados”. Os segundos, enquanto isso, são “os que se referem ao número de peças osteológicas que apresenta cada parte do animal”.

superiores, aproximando-se assim desse tipo único e primitivo ao qual as reduz o estudo dos homólogos” (Ameghino, 1915[1884], p.290). Desse modo, ao comparar os quadrúpedes com os peixes mais primitivos, vemos “transições de estrutura” que “estão de acordo com a teoria da evolução”. Essas transições: “mostram os primeiros seres constituídos de partes análogas e homólogas, repetidas sob a mesma forma, que depois se modificam gradualmente, adquirindo as formas que atualmente são características dos diferentes grupos, mas sem ter deixado num só instante de serem redutíveis a esse tipo único e comum que representam” (Ameghino, 1915[1884], p.290).

Assim, no tangente às peças (serialmente) homólogas, o que as leis de seriação nos indicam é que a divergência evolutiva é gerada por reconfiguração e junção de elementos, e também por sua eliminação, mas nunca por sua multiplicação. Se a girafa tivesse mais de sete vértebras cervicais, esse modo de raciocinar nos levaria a concluir que ela é mais primitiva que o okapi. Mas como de fato isso não ocorre, nossa inferência deve apoiar-se em outros dados, levando-nos a uma conclusão diferente. Conforme o que já vimos mais acima (cf. Ameghino, 1915[1884], p.350): o tamanho anormal, em relação a outros ruminantes, que essas sete vértebras alcançam no pescoço do gênero Giraffa, leva a concluir que esse grupo derivou de uma espécie próxima, morfológica e genealogicamente, o *Okapia johnstoni*. Quer dizer: os gêneros Giraffa e *Okapia* compartilhariam um ancestral primitivo relativamente próximo, e *Okapia* seria mais próximo desse ancestral do que Giraffa.

De fato, que a evolução não só tendesse à diferenciação e à especialização dos elementos morfológicos, mas também à eliminação de elementos repetidos não especializados, foi algo que outros paleontologistas também souberam ver. Isso deu lugar ao que hoje é conhecido como Lei de Williston, originalmente enunciada em 1914 pelo paleontologista norte-americano Samuel Williston. O contexto dessa primeira formulação, que aparece na introdução de *Water reptiles of the past and present*, também sugere um princípio de seriação como os procurados por Ameghino. Williston (1914, p.3) dizia:

É uma lei da evolução que as partes de um organismo tendem a uma redução em número e a uma crescente especialização funcional, tal como a mais perfeita máquina humana é a que tem a menor quantidade de partes, e cada parte altamente adaptada à função especial que tem que desempenhar. E essas leis explicam por que um organismo altamente especializado não pode ser ancestral de outros muito diferentes dele. Quanto mais radicalmente distinto é um organismo de suas espécies afins, mais cedo deve ter divergido em sua árvore genealógica.

Importa dizer, entretanto, que o fato de Ameghino ter suposto que a evolução podia mover-se em direção à eliminação de elementos anatômicos (serialmente) homólogos, mas nunca na direção de seu aumento, não implicava que ele negasse a possibilidade de, ao longo da história de uma linhagem de vertebrados, virem a surgir novas peças ósseas que se acrescentassem às que definem o bauplan característico desse subfilo (cf. Ameghino, 1915[1884], p.256-7). Segundo Ameghino (1915[1884], p.372-3), os chifres dos ruminantes e as placas que compõem as couraças dos tatus seriam exemplos dessas peças secundárias acrescentadas a um repertório primitivo, no qual não encontravam – não poderiam encontrar – nem análogos, nem homólogos (cf. Ameghino, 1915[1884], p.371). Isto é: o que não cabia era o aumento de peças (serialmente) homólogas; mas cabia, sim, a aparição de peças ósseas novas.

Mais até: Ameghino considerava, inclusive, que essas peças suplementares, ou adicionadas ao tipo primitivo, poderiam ser muito significativas para as seriações filogenéticas. Sobre elas caberia formular uma lei geral como esta: “os antecessores mais ou menos longínquos dos animais que apresentam tal ou qual osso suplementar estavam desprovidos desse órgão acessório” (Ameghino, 1915[1884], p.371). Se a esse princípio geral se adicionassem algumas considerações ontogenéticas, também se tornaria possível formular outras leis filogenéticas mais específicas, mas muito operativas, como a relativa à evolução dos chifres: animais de chifres mais ramificados descendem de animais de chifres menos bifurcados (Ameghino, 1915[1884], p.373). Lei esta que, embora possa fazer rir os professores de Filosofia, resultava extremamente útil na reconstrução da filogenia dos ruminantes. Um conhecimento que, afinal de contas, mostrou-se muito mais impactante, e até escandaloso, que o anódino reconhecimento do ‘sem sentido’ da existência.

Vale também assinalar, por outro lado, que, nesses raciocínios de Ameghino, está envolvido outro princípio que também acabou sendo ‘redescoberto’ pelo pensamento evolucionista imediatamente posterior. Ameghino (1915[1884], p.387) afirmava que: “um dos fundamentos do procedimento de seriação é que cada órgão não apareceu mais do que uma única vez, mas pode ter desaparecido sucessivamente ou a intervalos muito desiguais em grupos distintos”. E isso parece antecipar a Lei de Arber, que estabelece que toda estrutura que tenha desaparecido em uma linhagem durante o curso de sua evolução, nunca é recuperada pelos descendentes dessa mesma linhagem (cf. Hall, 2000, p.14).

Esse princípio recebe sua denominação pelo fato de ter sido originalmente formulado pela botânica britânica Agnes Arber, que o chamou Law of lost: “Lei da perda” (Arber: 1919, p.27; 1920, p.336). Ela o apresentou primeiro em

um artigo publicado em 1919: “On atavism and the law of irreversibility” (Arber, 1919), reiterando-o no ano seguinte, no livro *Water plants* (Arber, 1920). Em ambos os casos a formulação é a mesma: “uma estrutura ou órgão, uma vez perdido no curso da filogenia, nunca pode ser recuperado. Se depois o organismo tiver ocasião de substituí-la, essa estrutura não será reproduzida, mas sim construída de novo de alguma forma diferente” (Arber: 1919, p.27; 1920, p.336). Em ambos os trabalhos, Arber reconhecia que essa lei, conforme outros depois também sublinharam (cf. Hall, 2000, p.14), ficava subsumida num princípio maior já formulado pelo francês Louis Dollo: a lei da irreversibilidade da evolução.

Em uma comunicação oral apresentada na Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, durante a sessão de 17 de fevereiro de 1893, esse reconhecido paleontologista (cf. Bowler, 1996, p.449) afirmou que a evolução é um processo “irreversível”, porque “um organismo não pode retornar, sequer parcialmente, a um estado anterior já realizado na série de seus ancestrais” (Dollo, 1893, p.165). Foi isso, com efeito, que acabou sendo conhecido como ‘lei da irreversibilidade da evolução’, ou Lei de Dollo (Gould, 1970): o princípio geral que estabelece que a evolução é irreversível e que as estruturas e funções que alguma vez se perdem nunca se recuperam (Buffetaut, 1998, p.83; Allaby, 2008, p.175). E acredito que a Lei de Arber põe em evidência esse elo entre as leis de Ameghino e a Lei de Dollo que Leonardo Salgado e Fernando Lizarraga (2005, p.121) já souberam assinalar: a chave do modo de raciocinar de Ameghino está no reconhecimento da irreversibilidade da evolução. Suas leis são corredores de irreversibilidade que marcam a direção da evolução.

Conclusão

Cuvier (1992[1812], p.102-4) reconhecia que muitas das correlações morfológicas supostas nas suas reconstruções de fósseis eram meramente empíricas e sem um fundamento funcional claro. Pense-se, por exemplo, naquela segundo a qual todo animal com cascos seria herbívoro (cf. Cuvier, 1805, p.55). Porém, ainda assim, ele supunha que todas essas correlações, de fato muito úteis para o paleontologista, obedeciam, em última instância, ao Princípio da Correlação dos Órgãos (Cuvier, 1805, p.47). Seria esse princípio que forneceria o fundamento e a legitimidade dessas leis de correlação funcional, embora nem sempre estivéssemos em condições de estabelecer claramente o elo entre alguma correlação morfológica regularmente observada e a exigência funcional da qual ela derivaria (cf. Cuvier, 1805, p.57). E acredito que se pode estabelecer uma relação análoga entre as leis de Ameghino e o que depois foi chamado ‘Lei de Dollo’.

As correlações de Cuvier, segundo deveríamos supor, respondiam a exigências de coerência funcional que não podiam ser desatendidas, e era por essa razão que todo animal com condições de existir tinha que satisfazê-las. As leis de seriação filogenética de Ameghino, por seu lado, supunham sequências evolutivas que eram irreversíveis, e por isso nos indicavam o ponto de partida e o sentido no qual essa trajetória devia ter sido percorrida por uma linhagem que apresentasse algum estado de caráter posicionado em algum ponto dela. Desse modo, entrecruzando diferentes leis desse tipo com os dados morfológicos disponíveis, e também com as periodizações geológicas relevantes, era possível avançar nas reconstruções filogenéticas. Podiam ser identificados caminhos evolutivos concretos que, ao estarem determinados por múltiplas leis de seriação pertinentes a diferentes caracteres da linhagem analisada, operariam como verdadeiros bretes que, embora sinuosos, só poderiam ser percorridos em um sentido, sem a possibilidade de recuar.

Referências

ALLABY, M. *Dictionary of Earth Sciences*. Oxford: Oxford University Press, 2008.

AMEGHINO, F. *Filogenia: principios de clasificación transformista basados sobre leyes naturales y proporciones matemáticas*. Buenos Aires: La Cultura Argentina, 1915[1884].

AMEGHINO, F. Una rápida ojeada a la evolución filogenética de los mamíferos. In: GIMENEZ, A. (Ed.): *Ameghino: homenaje de la Sociedad Luz en el XXV aniversario de su muerte, 1911- Agosto 6 – 1936*. Buenos Aires: Sociedad Luz, 1936[1908]. p. 225-238.

ARBER, A. On atavism and the law of irreversibility. *American Journal of Science*, 48, 383, p. 27-32, 1919.

ARBER, A. *Water Plants*. Cambridge: Cambridge University Press, 1920.

BOWLER, P. *Life's splendid drama: evolutionary biology and the reconstruction of life ancestry*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

- BUFFETAUT, É. Histoire de la Paleontologie. Paris: PUF, 1998.
- BUFFETAUT, É. Guerre des fossiles en Patagonie. *Pour la Science*, 427, p. 72-75, 2013.
- CABRERA, A. El pensamiento vivo de Ameghino. Buenos Aires: Losada, 1944.
- CAPONI, G. Georges Cuvier: un fisiólogo de museo. México: UNAM, 2008.
- CAPONI, G. La segunda agenda darwiniana: contribución preliminar a una historia del programa adaptacionista. México: Centro Lombardo Toledano, 2011.
- CAPONI, G. Réquiem por el centauro: aproximación epistemológica a la Biología Evolucionaria del Desarrollo. México: Centro Lombardo Toledano, 2012.
- CAPONI, G. Leyes sin causa y causas sin ley en la explicación biológica. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2014.
- CAPONI, G. El impacto de la Filosofía Anatómica de Geoffroy Saint-Hilaire en el desarrollo de la Historia Natural. *Gavagai*, 2, 2, p. 10-31, 2015.
- CAPONI, Gustavo: El darwinismo de Ameghino: una lectura de Filogenia. Universidad Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2017.
- CAPONI, G. How to Read Ameghino's Filogenia? In: BARAHONA, Ana (ed.): Handbook of the Historiography of Latin American Studies on the Life Sciences and Medicine. Springer: Cham. First Online 09 January 2022: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-030-48616-7_5-1
- COPE, E. Ameghino on the extinct Mammalia of Argentina. *American Naturalist*, 25, 296, p. 725-727, 1891.
- CUVIER, G. Leçons d'Anatomie Comparée, Tome I. Paris: Baudouin, 1805.
- CUVIER, G. Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes (Discours préliminaire). Paris: Flammarion, 1992[1812].
- DARWIN, C. On the origin of species. London: Murray, 1859.
- DOLLO, L. Les lois de l'évolution. *Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 7, p. 164-166, 1893.
- FARIA, F. A revolução darwiniana na Paleontologia e a ideia de progresso no processo evolutivo. *Scientiae Studia*, 10, 2, p. 297-326, 2012.
- GAUDRY, A. Essai de Paléontologie Philosophique. Paris: Masson, 1896.
- GEOFFROY SAINT-HILAIRE, É. Considérations sur les pièces de la tête osseuse des animaux vertébrés, et particulièrement sur celles du crâne des oiseaux. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 10, p. 342-365, 1807.
- GOULD, S. J. Dollo on Dollo's law: irreversibility and the status of evolution laws. *Journal of the History of Biology*, 3, 2, p. 180-212, 1970.
- HALL, C. Laws and models. London: CRC Press, 2000.
- HUXLEY, T. Evolution in Biology. In: HUXLEY, T. Darwiniana. New York: Appleton, 1893[1878]. p. 187-226.
- KLIMOVSKY, G. Las desventuras del conocimiento científico. Buenos Aires: A-Z editora, 1994.
- LOMOLINO, M. Body size evolution in insular vertebrates: generality of the island rule. *Journal of Biogeography*, 32, p. 1683-1699, 2005.
- MARSH, O. Small size of the brain in tertiary mammals. *American Journal of Science and Arts*, 3^S, 8, 43, p. 66-67, 1874.
- NOVOA, A. & LEVINE, A. From man to ape: Darwinism in Argentina, 1870-1920. Chicago: Chicago University Press, 2010.
- OWEN, R. On the nature of limbs. London: John Van Voorst, 1849.

RENSCH, B. The laws of evolution. In: TAX, S. (Ed.). Evolution after Darwin, Vol.I. Chicago University Press, 1960. p.95-116.

RUSSELL, E. S. Form and Function. London: Murray, 1916.

SALGADO, L. & LIZARRAGA, F. Florentino y los números. In: SALGADO, L. & LIZARRAGA, F. (Ed.): Las vacas de Darwin y otros ensayos. General Roca: Universidad Nacional del Comahue, 2005. p. 115-129.

STANLEY, S. An explanation for Cope's rule. Evolution, 27, 1, p. 1-26, 1973.

WILLINSTON, S. Water reptiles of the past and present. Chicago: Chicago University Press, 1914.

WOUTERS, A. Viability explanation. Biology & Philosophy, 10, p. 435-457, 1995.

© 2024 Universidade Presbiteriana Mackenzie

Os direitos de publicação desta revista são da Universidade Presbiteriana Mackenzie.
Os textos publicados na revista são de inteira responsabilidade de seus autores.
Permite-se a reprodução desde que citada a fonte.

A revista Vita Scientia está disponível em:
<http://vitascientiaweb.wordpress.com>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Vita Scientia: Revista Mackenzista de Ciências Biológicas/Universidade Presbiteriana Mackenzie.
Semestral

ISSN:2595-7325

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Reitor: Marco Túllio de Castro Vasconcelos

Chanceler: Robinson Granjeiro

Pro-Reitoria de Graduação: Janette Brunstein

Pro-Reitoria de Extensão e Cultura: Marcelo Martins Bueno

Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação: Felipe Chiarello de Souza Pinto

Diretora do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde: Berenice Carpigiani

Coordenador do Curso de Ciências Biológicas: Adriano Monteiro de Castro

Endereço para correspondência

Revista Vita Scientia

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Rua da Consolação 930, São Paulo (SP) CEP 01302907

E-mail: vitascientiaweb@gmail.com