

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS IX JORNADAS

VOLUMEN 5 (1999), Nº 5

Eduardo Sota

Luis Urtubey

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



O acaso como explicação na biologia evolutiva

Aldo Mellender de Araújo / Daisy Lara de Oliveira*

O emprego da palavra *acaso* (*chance, azar*) como explicação para a ocorrência de certos eventos tem uma longa trajetória, começando, tradicionalmente, com os gregos. De um modo geral três são as formas pelas quais o acaso é empregado: na primeira, o acaso é equivalente às diferenças entre o contingente e o necessário. Um segundo argumento sustenta que o acaso não difere causalmente daquilo que ocorre regularmente ou uniformemente; a diferença não está no padrão das causas, mas no nosso conhecimento delas. Por essa perspectiva, evento aleatório é imprevisível (ou menos previsível) devido à nossa ignorância das causas. Um terceiro argumento admite que acaso signifique aquilo totalmente sem causa, o absolutamente espontâneo ou fortuito (Adler, 1993).

John Turner (1992), discutindo o acaso na biologia evolutiva, pergunta no que se distinguem os processos determinísticos dos estocásticos, criticando fortemente o argumento do acaso como "sem causa". Segundo ele, nós não entendemos a natureza da causa: tudo o que sabemos provém da constatação de uma correlação entre dois eventos. Além disso, é improvável que existam duas espécies de causa, uma estocástica e outra determinística; para aquele autor, "determinado" ou "indeterminado" dependem de outros componentes, não necessariamente racionais.

Na biologia evolutiva, o acaso tem desempenhado diferentes papéis; utilizado com diferentes sentidos, ele assume muitas vezes importante função explanatória. Timothy Shanahan (1991), por exemplo, salienta que o acaso tem sido alvo de crítica quando se trata da teoria evolutiva. Muitos críticos dizem que o acaso é simplesmente um artifício usado para explicar o inexplicável e que assim a noção aponta a pobreza explanatória desta teoria científica. Esta é uma posição defendida contemporaneamente, por exemplo, por Denton (1985), Johnson (1993) e Behe (1997). Alguns defensores do darwinismo, por outro lado, muitas vezes menosprezam o papel do acaso para diminuir os efeitos deste tipo de crítica; esta foi a posição de Mayr (1988), que será comentada mais adiante.

No entanto, Shanahan, assumindo a importância da noção de acaso na teoria evolutiva, esclarece alguns significados que coexistem nesse campo a partir de uma análise do uso do termo na história da biologia evolutiva. Neste sentido, ele discute o papel do acaso nas biologias de Lamarck, de Darwin e de Sewall Wright. Para ele, a noção epistemológica de acaso, na visão de Lamarck, é a de ignorância de causas e tal noção tem um papel pouco importante na teorização.

Esta noção -de ignorância de causas- também aparece na teoria de Darwin, quando ele se refere às causas da variação, por exemplo. Mas o que distingue a teoria darwiniana são as noções de acaso como *accident* e *historical contingency*. Diferente de Lamarck, Darwin não via as variações como uma resposta direta das necessidades dos organismos, nem achava que as variações surgissem através da vontade do Criador. Para Darwin, o acaso nas variações não tinha o sentido de causa não determinada, mas sim o de ausência de propósito; além disto, Darwin procurava explicar eventos biogeográficos utilizando a noção de

* Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil

contingência histórica e em sua teorização o acaso não é algo eliminável, mas constitui um importante elemento explicativo.

Pode-se acrescentar que, no âmbito da paleontologia, a noção de acaso tem sido a de contingência, especialmente ao ser examinado o efeito das chamadas “extinções em massa”, ocorridas ao longo do tempo geológico e que autores contemporâneos dividem em cinco grandes episódios; em qualquer um destes episódios, prever quais espécies seriam extintas constitui uma tarefa impossível de ser feita, mesmo que a periodicidade das extinções em massa seja confirmada, como pretendem Raup e Sepkoski (1984).

Examinando o conceito de acaso na obra de Sewall Wright (considerado um dos arquitetos da Síntese Evolutiva), Shanahan (1991) destaca que sua principal contribuição ao desenvolvimento do conceito de acaso na biologia evolutiva reside no conceito de deriva genética aleatória (*random genetic drift*). Este conceito se refere à possibilidade de as frequências gênicas variarem de uma geração a outra simplesmente por erro de amostragem (*sampling error*). Quanto a isso, Sober (1984) salienta que esta expressão não traduz alguma deficiência no processo de coleta de dados, mas representa um processo natural. O acúmulo de tais erros de amostragem, durante centenas ou milhares de gerações poderia ter efeitos significativos no curso da evolução dos organismos. Segundo, ainda, Shanahan, essa noção de acaso de Sewall Wright é usada para explicar dois tipos de fenômenos biológicos: algumas características que não parecem ter significado adaptativo e um tipo de processo evolutivo que pode ser quantificado e que muda rumos na especiação; assim o acaso deixa de ser algo desconhecido, passando a ser um mecanismo essencial da evolução, passível, inclusive, de quantificação.

Considerando que Wright (1929, 1931) desenvolveu sua teorização durante o período da síntese evolutiva, que, segundo Smocovitis (1996), foi marcado pela tentativa de unificar as ciências biológicas, adaptando essas ciências aos ideais do empirismo-lógico propostos pelo Círculo de Viena, fica compreensível que um elemento tão especulativo como o acaso precisasse ter seu papel esclarecido e até mesmo chegasse a se tornar um elemento quantificável na teoria evolutiva. Vassiliki Smocovitis (1996) refere-se à síntese (entre as décadas de 30 e 50) como um momento crítico para os estudos evolutivos, destacando a adoção da experimentação na prática da biologia evolutiva e o trabalho conjunto dos modeladores matemáticos com os naturalistas de campo. A partir daí, surgia o tipo de conhecimento “objetivo” requerido pelos positivistas, ligando os números à natureza, dentro de um esquema mecanicista e materialista. Segundo a autora, somente depois que as variáveis da seleção natural, deriva genética e mutação foram articuladas nos modelos matemáticos, é que elas começaram a ser medidas nas populações naturais.

Beatty (1995), por sua vez, afirma que algumas variedades de deriva genética já eram defendidas desde o final do século passado em uma visão que é oposta à noção neodarwinista de que a seleção natural é suficiente para explicar a evolução. Alguns tipos de deriva foram propostos como mecanismos não-adaptativos e o próprio Darwin referiu-se a flutuações na frequência de variações que não tinham significado adaptativo ou que eram igualmente adaptativas. Outro exemplo vem de Gullick, quem, no final do século passado, descreveu um tipo de deriva que incluía as mudanças nas frequências das variações ocasionadas por catástrofes naturais, que destruíam indiscriminadamente os membros de uma espécie. Mais tarde, Hagedorn e Hagedorn, a partir das contribuições de Mendel, evidenciaram outro modelo de mudança evolutiva envolvendo a perda acidental de um alelo em uma

população finita (curiosamente, três livros muito conhecidos sobre história da genética, publicados na década de 60, mesmo dedicando capítulos à genética de populações, ignoraram completamente o chamado “efeito Hagedorn”). Na década de 1920, Chetverikov e colaboradores, na União Soviética, realizaram experimentos para introduzir a noção de acaso na evolução, sob a forma de deriva genética (Adams, 1968, 1970), o que veio a ser trabalhado analiticamente por Wright (1931).

Uma outra forma de elaborar o acaso foi, por exemplo, a discutida por Morgan (1910) ao contrapor-lo ao conceito de “propósito” (*purpose*); para ele era mais fácil investigar os efeitos do acaso na evolução do que a possibilidade de propósito. Uma posição similar a esta, de contrapor acaso e propósito, foi apresentada por Simpson (1947) e por Dobzhansky (1963), dois dos mais consagrados arquitetos da síntese evolutiva.

É interessante notar que aos poucos o próprio Sewall Wright estendeu a idéia de acaso, não como erro de amostragem, mas como flutuações nas intensidades da seleção natural, tornando-a uma variável aleatória; ele também procedeu desta maneira para investigar os efeitos da mutação e da migração. Assim, na própria teoria de Wright dissolveu-se, de uma certa forma, a distinção entre deriva e seleção natural. Turner (1992), referido anteriormente, compartilha da idéia de que em determinadas circunstâncias, a seleção natural não é mais determinista do que a deriva. O exemplo a que ele se refere é o de um indivíduo fundador de uma população (efeito do fundador, da genética de populações) e que traz em seu genótipo um marcador genético característico; se retrocedermos no tempo, poderemos traçar toda a história deste indivíduo e com isto se dissiparia a idéia de aleatoriedade. Por outro lado, admitindo-se que ele viesse a morrer antes de fundar a população, todos os seus genes estariam extintos (extinção em massa); assim, pergunta ele: seria isto seleção natural ou deriva? Aceitando-se que o seu genoma represente uma configuração única de genes (facultada pela reprodução sexuada), não se poderia distinguir. Somente quando se considera poucos locos gênicos de cada vez, diz Turner, é que é possível distinguir seleção de deriva.

O conceito de deriva genética vem ganhando força nas explicações evolutivas, acirrando fortes debates entre os evolucionistas nas últimas décadas; pode-se destacar, por exemplo, que no final dos anos 60, Motoo Kimura propôs a “teoria da mutação neutra-deriva genética”, afirmando que a maioria das mudanças ao nível molecular são causadas por deriva genética de alelos seletivamente neutros. Ele enfatiza que a teoria da neutralidade, como passou a ser conhecida, não nega o papel da seleção natural determinando o curso da evolução adaptativa, mas assume que somente uma pequena fração das mudanças moleculares, no DNA, no RNA e nas proteínas é adaptativa. O aspecto essencial da teoria da neutralidade reside na importância atribuída à pressão de mutação e à deriva genética como fatores explicativos da evolução molecular (Kimura, 1968, 1983).

Ridley (1993), em seu importante livro-texto de evolução, destaca a relevância que a deriva genética passou a ter na biologia evolutiva após o advento da teoria da neutralidade; ele comenta que até o final da década de 60 considerava-se a possibilidade de um gene ser substituído por outro, mas pensava-se que isto só ocorreria raramente, explicando alguns casos isolados de mudanças evolutivas. A partir de 1968, no entanto, com os trabalhos de Kimura, estava sendo proposto que a deriva causa mais mudança evolutiva do que qualquer outro processo, quando é considerada a quantidade de mudança ocorrendo no DNA. É a partir desta época que os evolucionistas se dividem em apoio a duas grandes vertentes teó-

ricas: a do “neutralismo”, postulando que a maioria das mudanças evolutivas ao nível molecular é causada por deriva genética e a do “selecionismo”, afirmando que a maior parte da evolução é causada por seleção natural.

O papel do acaso na evolução tem oscilado bastante de acordo com diferentes visões teóricas; isto pode ser percebido, por exemplo, analisando-se a contribuição de Ernst Mayr, um dos mais jovens elaboradores da síntese evolutiva dos anos 30 e 40. Em sua obra, observa-se que até a década de 80, ele não mencionava o acaso para explicar a evolução e, sim, destacava o papel dos mecanismos genéticos e da seleção natural (Mayr, Provine, 1980). Assim, em artigo de 1983 ele afirma que: “quando alguém tenta determinar se uma dada característica é o resultado da seleção natural ou do acaso (o sub-produto incidental dos processos estocásticos), é colocado frente a um dilema epistemológico... Ele deve primeiro tentar explicar os processos e fenômenos biológicos como o produto da seleção natural. Somente após todas as tentativas feitas terem falhado, justifica-se designar o acaso, tentativamente, como explicação.” (Mayr, 1983, p. 326). Na década seguinte, é notável a mudança em seu pensamento, com relação aos processos envolvidos na evolução (veja-se uma discussão em Araújo, 1994). Já, em Mayr (1988), por exemplo, é dito que o acaso opera em todos os níveis do processo de reprodução, desde o *crossing over* até a sobrevivência dos zigotos. Isto incluiria o *locus* onde a mutação ocorre, o local do quiasma na permuta, a segregação dos cromossomos, a sobrevivência dos milhões de gametas, o encontro de dois gametas de sexos diferentes que antecede à fertilização, bem como as interações de um zigoto com o seu ambiente. Mayr acrescenta, ainda, que o acaso está relacionado com a deriva genética em todas as suas formas, o que se torna particularmente significativo em populações pequenas, além de todos os efeitos da ligação (*linkage*) e do fenômeno da pleiotropia. Assim, uma parcela considerável da sobrevivência e reprodução diferencial não seria resultante da seleção, mas sim do acaso.

As diferentes perspectivas com que o acaso tem sido considerado historicamente na biologia evolutiva apontam para a importância de estendermos e aprofundarmos o tema do ponto de vista histórico-filosófico. Reconhecemos que esta é uma tarefa de fôlego a ser concretizada no futuro com a contribuição de diferentes estudos.

Referências bibliográficas

- Adams, M. The founding of population genetics: contributions of the Chetverikov School, 1924-1934. *Journal of the History of Biology*, v.1, n. 1, p.23-39, 1968.
- Adams, M. Towards a synthesis: population concepts in russian evolutionary thought, 1925-1935. *Journal of the History of Biology*, v.3, n. 1, p. 107-29, 1970.
- Adler, M. J. *The Syntopicon: an index to the great ideas*. Vol. I. Great Books of the Western World. Chicago: Encyclopaedia Britannica, Inc. 1993. 832 p.
- Araújo, A. M. de. Contingência, acaso e necessidade e suas inter-relações na evolução. *Acta Biologica Leopoldensia*, v. 16, n. 2, p. 7-14, 1994.
- Beatty, J. Random drift. In: Keller, E. F.; Lloyd, E. A. (eds.) *Keywords in a evolutionary biology*, 3^o reimpressão, 1995. 273-281 p.
- Behe, M. *A caixa preta de Darwin*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editores. 1997. 300 p.
- Denton, M. *Evolution: a Theory in Crisis*. Bethesda: Adler & Adler Publishers. 1985. 368 p.
- Dobzhansky, T. Scientific explanation – chance and antichance in organic evolution In: Baurin, B. (ed.) *Philosophy of Science*, vol I, New York: Interscience Publishers, 1963.
- Johnson, P.E. *Darwin on Trial*. Illinois: InterVarsity Press. 1993. 220 p.
- Kimura, M. Evolutionary rate at the molecular level. *Nature*, v. 217, p. 624-626, 1968.

- Kimura, M. *The neutral theory of molecular evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- Mayr, E. How to carry out the adaptationist program? *Amer. Natur.* v.121 n.3 p. 324-334. 1983.
- Mayr, E. *Toward a new philosophy of biology: observations of an evolutionist*. Cambridge: Harvard University, 1988. 564 p.
- Mayr, E., Provine, W. *The evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology*, Cambridge: Harvard University, 1980. 487 p.
- Morgan, T.H. Chance or purpose in the origin and evolution of adaptation. *Science* v. 31 n. 789 p. 201-210. 1910.
- Raup, D. M., J.J. Sepkoski Jr. Periodicities of extinctions in the geologic past. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, v.81: p.801-805. 1984.
- Ridley, M. *Evolution*. Oxford: Blackwell, 1993. 670 p.
- Shanahan, T. Chance as an explanatory factor in evolutionary biology. *Hist. Phil. Life Sciences*, v 13, 1991.
- Simpson, G.G. The problem of plan and purpose in nature. *Scient. Monthly*, v. 64 p. 481-495 1947.
- Smocovitis, V. *Unifying Biology*. Princeton: Princeton University Press, 1966. 230 p.
- Sober, E. *The nature of selection*. Chicago: The University of Chicago Press. 1984. 383 p.
- Turner, J.R.G. Stochastic processes in populations: the horse behind the cart? In: Berry, R.J., T.J. Crawford, G.M. Hewitt (eds.) *Genes in Ecology*. London: Blackwell. 1992. p 29-53.
- Wright, S. Evolution in mendelian population, *Anatomical Record*, v.44, p. 287, 1929.
- Wright, S. Evolution in mendelian populations, *Genetics*, v.16, n.2, p. 97-159, 1931