

Reforçamento Operante e Seleção Natural: A Analogia Inútil

François Tonneau

Universidade Federal do Pará (UFPA)

RESUMO

Atualmente é bastante comum, nas discussões teóricas sobre Análise do Comportamento, mencionar a "seleção pelas consequências" como um modo causal específico e como um esquema integrador da disciplina com a biologia evolutiva. Contudo, falar de "seleção" no contexto do reforçamento operante constitui claramente um discurso analógico ou metafórico. Esta nota teórica tem três objetivos principais: primeiro, clarificar as condições nas quais uma analogia desta natureza pode ser aceita ou não; segundo, resumir e simplificar os argumentos de Tonneau e Sokolowski (2000, 2001) contrários à analogia entre reforçamento operante e seleção natural; e finalmente, examinar se desenvolvimentos recentes na disciplina refutaram as conclusões negativas destes autores.

Palavras-chave: Analogia; seleção; reforçamento; comportamento; cérebro.

ABSTRACT

Operant Reinforcement and Natural Selection: The Useless Analogy

Current theoretical discussions of behavior analysis often mention "selection by consequences" as a specific causal mode and as an unifying framework that would relate the field to evolutionary biology. Using the term, "selection," in the context of operant reinforcement, however, amounts to relying on analogical or metaphorical discourse. This theoretical note has three principal aims: first, to clarify the conditions under which an analogy of this type may be accepted; second, to summarize and simplify the arguments that Tonneau and Sokolowski (2000, 2001) marshaled against the analogy between operant reinforcement and natural selection; and finally, to examine whether recent developments in the field refute these authors' negative conclusions.

Keywords: Analogy; selection; reinforcement; behavior; brain.

Ainda que analogias entre a seleção natural e vários fenômenos psicológicos existam desde o fim do século XIX (Campbell, 1960, 1974), na Análise do Comportamento este tipo de analogia tornou-se mais popular com a publicação do artigo *Selection by Consequences* (Skinner, 1981). Não era a primeira vez que Skinner abordava o tema das relações entre biologia e Análise do Comportamento (e.g., Skinner, 1969), mas é seu artigo de 1981 que teve mais repercussão nos discursos teóricos sobre a disciplina. Portanto, é comum atualmente, pelo menos nos artigos filosóficos e nos livros-texto, discutir o selecionismo como um dos fundamentos conceituais da Análise do Comportamento (e.g., Moxley, 2004) e ressaltar uma suposta semelhança de processo entre reforçamento operante e seleção natural (e.g., Baum, 1994; Catania, 2012).

Neste contexto, é notável a raridade de perspectivas críticas sobre este tipo de analogia. A primeira, e até agora, mais detalhada crítica da analogia entre reforçamento operante e seleção natural foi publicada por Ton-

neau e Sokolowski (2000) num capítulo de livro da série *Perspectives in Ethology*. Contudo, esta crítica não foi objeto de respostas por parte dos proponentes da analogia. No ano seguinte, a publicação por Hull, Langman e Glenn (2001) de um artigo alvo na revista *Behavioral and Brain Sciences* mudou o contexto do debate porque foi a ocasião de múltiplos comentários por especialistas na análise do comportamento, nas ciências biológicas e sociais, e na filosofia. No seu artigo, os autores tentaram aplicar a visão selecionista a três domínios diferentes: a evolução biológica (tema tratado por Hull), o sistema imune (tema tratado por Langman), e o comportamento operante (tema tratado por Glenn). Um dos comentários escritos na perspectiva da Análise do Comportamento, por Tonneau e Sokolowski (2001), foi crítico, mas filósofos da biologia, como Grantham (2001) e Okasha (2001), também apresentaram sérias objeções à concepção selecionista do comportamento operante.

Os objetivos desta nota teórica são resumir os prin-

cipais argumentos de Tonneau e Sokolowski (2000, 2001) de uma forma mais acessível aos leitores brasileiros, clarificar alguns pontos que poderiam gerar alguma confusão, e examinar se os anos desde 2001 trouxeram novos elementos que poderiam alterar nossa avaliação negativa da analogia entre seleção natural e reforçamento operante. Mas em primeiro lugar, parece necessário explicar qual é exatamente a natureza do debate e porque seria importante no contexto das ciências do comportamento.

O PROBLEMA DAS ANALOGIAS

Qualquer analogia (ou metáfora: tratarei ambos os conceitos de maneira equivalente, ainda que tecnicamente não seja o caso) procede ressaltando traços partilhados entre dois domínios ou fenômenos distintos, um fenômeno fonte (A) e um fenômeno alvo (B). Sendo ferramentas conceituais, as analogias podem ser tão úteis como enganadoras (Gentner & Jeziorski, 1993). É fundamental entender que o uso de analogias em ciência não é um objetivo em si mesmo e que não podemos adotar uma analogia entre A e B simplesmente porque gostamos dela ou porque nos parece filosoficamente vantajosa. O uso da analogia é justificado exclusivamente na medida de que *permite uma melhor compreensão do fenômeno alvo*, o que ocorre quando as propriedades ressaltadas no fenômeno A pela analogia são realmente propriedades do fenômeno B também. Este ponto é especialmente importante dado que a atribuição a B, na base da analogia, de propriedades que na realidade não tem, é característica dos discursos proto-ou para-científicos (como a alquimia, por exemplo). Na psicologia, o abuso das analogias é comum igualmente nas teorias cognitivas segundo as quais a memória funciona como algum tipo de armazém (Roediger, 1980), a mente como um computador, e o cérebro contém "representações" (Ramsey, 2007; Tonneau, 2012).

Seguindo esta lógica, qualquer tentativa de analogia entre A e B pode enfrentar dois tipos de problemas. O primeiro é o da falsidade, no qual as propriedades atribuídas a B pela analogia não são de fato propriedades de B. Neste caso o uso da analogia é simplesmente enganador. O segundo problema, mais sutil, é o da trivialidade, no qual as propriedades atribuídas a B pela analogia são corretas, mas já eram conhecidas *antes* de se usar a analogia. Neste caso a aplicação da analogia não é enganadora, mas não tem valor científico.

Um bom exemplo, talvez o melhor, de analogia científica que não seja incorreta ou trivial é o conceito

mesmo de seleção natural proposto por Darwin (1859). Um passo fundamental no raciocínio de Darwin foi notar como os fazendeiros podiam influir na distribuição dos traços do gado selecionando os "melhores" animais para a reprodução (ou seja, um processo de seleção artificial). Darwin supôs que um processo análogo podia ocorrer no mundo natural, e, obviamente, esta hipótese é hoje reconhecida como uma contribuição maior à teoria da evolução. Não somente a seleção natural ocorre (Endler, 1986), mas a analogia proposta por Darwin entre seleção artificial e seleção natural iluminou uma multidão de fenômenos biológicos que anteriormente não tinham explicação científica (Futuyma, 1998).

Será a analogia entre reforçamento operante e seleção natural uma boa analogia científica? Tonneau e Sokolowski (2000, 2001) argumentaram que a analogia falha, não por ser incorreta, mas basicamente por ser trivial. Sem dúvida, a seleção natural e o reforçamento operante compartilham algumas características que podemos chamar em conjunto de padrão temporal X-Y-X: em ambos os casos, algo (X) acontece; outra coisa (Y) ocorre; e como resultado disso, a frequência do X muda. Porém, no caso do comportamento operante este padrão não foi descoberto ou de alguma maneira iluminado pela analogia com a seleção natural. O fato de o comportamento reforçado seguir o padrão X-Y-X é óbvio, pela própria definição de reforçamento operante, e era bem conhecido desde 1938 (Skinner, 1938) - ou seja, *antes* da importação da analogia selecionista na Análise do Comportamento.

Portanto, a crítica de Tonneau e Sokolowski (2000, 2001) não se foca na possível falsidade da analogia proposta por Skinner (1981), mas na sua inutilidade científica. Contrariamente à analogia proposta por Darwin (1859) entre seleção artificial e seleção natural, a analogia skinneriana entre seleção natural e reforçamento operante não revela basicamente nada que não era já conhecido e não teve impacto nos avanços empíricos e teóricos centrais na disciplina. Comparativamente falando, a metáfora computacional na psicologia cognitiva (Estes, 1978; Massaro, 1986), e mesmo no campo da Análise do Comportamento, a analogia entre comportamento operante e mecânica clássica (Nevin & Grace, 2000), foram muito mais produtivas do que a analogia selecionista proposta por Skinner. Segundo Tonneau e Sokolowski (2001), a maioria dos pesquisadores na Análise do Comportamento segue publicando seus resultados sem referir-se à analogia entre reforçamento operante e seleção natural, e Hull, Langman e Glenn (2001, p. 569) tiveram que concordar.

A inutilidade da analogia entre reforçamento operante e seleção natural não é um acidente. Como ressaltaram Tonneau e Sokolowski (2000), vista de longe, a analogia *parece* funcionar. Contudo, os processos operantes e a seleção natural não compartilham nada mais que características superficiais óbvias (ou seja, o padrão temporal X-Y-X). Falta um número maior de características partilhadas (e organizadas da uma maneira semelhante) para apoiar uma analogia científica produtiva.

UM RESUMO DOS ARGUMENTOS

Como salientou Lewontin (1970), um processo não precisa ser *idêntico* à seleção natural identificada por Darwin (1859) para qualificar-se como um processo de seleção. Precisa somente de quatro aspectos fundamentais:

(1) Variação: Uma população de entidades apresenta pelo menos uma propriedade, traço ou característica com diferentes valores.

(2) Reprodução: As entidades na população produzem, pelo menos de maneira probabilística, outras entidades do mesmo tipo. Dito simplesmente, as entidades na população são "progenitores" com descendentes.

(3) Hereditariedade: As características mencionadas no ponto (1) são transmitidas, pelo menos de maneira probabilística, dos progenitores aos descendentes.

(4) Finalmente, as características mencionadas no ponto (1) tem uma influência causal na reprodução mencionada no ponto (2). Durante o processo de seleção estas características afetam a reprodução diferencial (Endler, 1986): as entidades que apresentam estas características com estes valores têm, *por esta razão*, um sucesso reprodutivo maior (ou menor) do que das outras entidades na população (Tonneau & Sokolowski, 2000).

Esta definição abstrata de um processo de seleção é independente do tipo de material implicado (cf. Lewontin, 1970), não requer que os progenitores sejam organismos biológicos, e pode ser aplicada a qualquer conjunto de entidades que satisfaçam as condições (1)-(4).

O reforçamento operante parece cumprir com estas quatro condições e, portanto, qualificar-se como processo de seleção (Hull, Langman & Glenn, 2001). Contudo, a equivalência aparente entre (1)-(4) e os diferentes aspectos do comportamento operante refletem uma série de equívocos (Tonneau & Sokolowski, 2000). Podem ser resumidos assim (cf. Tonneau & So-

kolowski, 2001): nem tudo o que muda é variação; nem tudo o que se repete é reprodução; e nem tudo que é selecionado é seleção.

Um primeiro problema com a analogia entre seleção natural e reforçamento operante é a confusão entre o tipo de variação presente num autêntico processo de seleção (condição 1) e a variabilidade observada no comportamento dos organismos. No caso da seleção natural, e mais genericamente em qualquer processo de seleção que segue os critérios propostos por Lewontin (1970), a "variação" aparece temporalmente, na linhagem de algum progenitor, mas é convertida em variação *espacial* pelo processo mesmo de reprodução. Assim, numa geração de entidades submetidas à seleção, as diferentes variantes coexistem *ao mesmo tempo*, e o sucesso reprodutivo de cada uma delas pode ser avaliado pelo número de descendentes que deixa nas próximas gerações (cf. Endler, 1986). Porém, no caso do comportamento operante, tanto a suposta "variação" que precede o processo de "seleção," como esse processo mesmo, são presentes *temporalmente* num único fluxo comportamental. Ambos os aspectos sendo definidos temporalmente, "variação" e "seleção" deixam de ser conceitualmente independentes, ao contrário do que ocorre no caso da seleção natural. Imaginemos, por exemplo, um pombo que emite a seguinte sequência de atividades: ABCBCACBA. A última ocorrência da atividade A é seguida de comida, e como resultado disso a frequência da atividade A aumenta. Na sequência resultante:

ABCBCACBAAAAAAAAA,

será a última cadeia de dez "A" seleção ou falta de variação? Do mesmo modo, a sequência inicial, ABCBCACBA, é variação ou é falta de seleção? Estas perguntas deixam de ter respostas empíricas, ao contrário do caso da biologia evolutiva, no qual o estudo do sucesso reprodutivo (ou seleção) *independentemente* da variação observada é não somente possível, mas fundamental (Futuyma, 1998). Os biólogos da evolução tem vários métodos de avaliação do sucesso reprodutivo dos organismos, mas esta avaliação nunca supõe que progenitores e descendentes devem ser semelhantes entre eles (e.g., Freeman & Herron, 1998, pp. 268-293).

Outro problema importante na analogia entre seleção natural e reforçamento operante é a natureza do processo de reprodução (condição 2) no segundo caso. Num processo genuíno de reprodução (sexual ou não), as entidades que chamamos de progenitores tem um papel causal na aparição de seus descendentes. Obvia-

mente, quando existe uma distinção entre genótipo e fenótipo, é o primeiro que é responsável pela semelhança fenotípica entre progenitores e descendentes (cf. Lewontin, 1992). Assim, se pássaros vermelhos dão nascimento a filhotes vermelhos, não é a cor vermelha dos pais que produz a cor vermelha dos filhotes. Contudo, sem pais não haveria filhotes, e isso ocorre independentemente de qualquer processo de seleção natural ou outras diferenças de sucesso reprodutivo.

Não parece haver tal relação gerativa entre "progenitores" e "descendentes" no caso operante. Na ausência de reforçamento, a emissão de alguma resposta A não parece ser necessária à emissão de respostas ulteriores do mesmo tipo. Obviamente, isto muda quando a resposta A é reforçada: nesse caso, a emissão de outras respostas do tipo A depende da ocorrência prévia da resposta A seguida pelo reforçador. Mas se o comportamento operante fosse um exemplo de reprodução, esta relação de dependência entre respostas prévias e posteriores deveria existir ainda na ausência do reforçamento (como no caso biológico, no qual a reprodução existe ainda na ausência de seleção). Claramente não é o caso. O absurdo de se considerar a repetição de respostas operantes como equivalente a um processo de reprodução é particularmente evidente no caso de uma discriminação bem formada, por exemplo, num esquema múltiplo com um componente C1 reforçado alternando com a extinção (C2). Neste caso, respostas operantes totalmente ausentes durante C2 podem reaparecer ao momento de apresentar o estímulo C1. O equivalente na biologia consistiria numa população extinguida que renasce por geração espontânea quando mudamos o ambiente!

Em resposta a tais dificuldades, alguns proponentes da analogia selecionista (e.g., Hull, Langman, & Glenn, 2001, p. 525) sugeriram que o reforçamento operante modifica *relações* entre estímulos e respostas e não respostas em si mesmas, o que permitiria explicar como uma resposta inexistente pode reaparecer quando o estímulo que a controla é apresentado de novo (cf. o conceito de *instantiating function* em Glenn & Field, 1994, p. 252). Contudo, isto implica que o reforçamento opera sobre entidades *potenciais*, ou seja, relações estímulo-resposta "selecionadas" (ou com um "sucesso reprodutivo" alto) e que não ocorrem, como no componente de extinção C2 do nosso exemplo. Esta ideia parece inconsistente com um processo de seleção, o qual trata de entidades reais e não potenciais (Tonneau & Sokolowski, 2000).¹ Assim, na biologia, o sucesso reprodutivo concerne o número de descendentes *reais* de

progenitores *reais*, um número que costuma ser menor do que o número de descendentes potenciais (uma lição que Darwin aprendeu com Malthus: Depew & Weber, 1997).

Uma reação ainda mais radical às falhas da analogia entre seleção natural e reforçamento operante consiste em desistir de seus aspectos comportamentais e, no lugar deles, focar nos mecanismos neurais do comportamento operante. No modelo selecionista de Donahoe, Burgos e Palmer (1993), por exemplo, supõe-se que o reforçamento modifica a eficácia sináptica de conexões neurais entre os receptores e efetores implicados na produção das respostas operantes. Este tipo de modelo pode ser visto como uma extensão do conceito de seleção de relações estímulo-resposta (cf. Glenn & Madden, 1995), com a vantagem filosófica de tratar de entidades ocorridas no lugar de relações potenciais (Tonneau & Sokolowski, 2000). Obviamente, nesse caso as entidades ocorridas são de natureza neural no lugar de comportamental.

Infelizmente, estes modelos do cérebro (ou do sistema nervoso conceitual?) não refletem um processo de seleção darwiniana. Como vimos, as respostas operantes não se reproduzem; porém, os elementos neurais ativados e responsáveis por elas não se reproduzem tampouco. Como ressaltaram Tonneau e Sokolowski (2001), uma rede com 10 neurônios e 25 conexões antes da "seleção" pelo reforçamento ainda terá 10 neurônios e 25 conexões após o reforçamento, o que contradiz o requerimento (2) de qualquer processo de seleção segundo Lewontin (1970). Pior, nestes modelos do cérebro, no lugar de mudar a frequência de reprodução dos elementos neurais, o efeito do reforçamento é *alterar de maneira permanente o estado interno de alguns deles*, o que se aproxima de um processo de mutação dirigida, ou seja, uma concepção quase lamarckiana da evolução (Tonneau & Sokolowski, 2000). Na concepção darwiniana da evolução, a seleção não modifica os traços que são conservados pela genética; modifica unicamente a probabilidade local de reprodução deles (os traços mesmos não são afetados).

Por todas estas razões, Tonneau e Sokolowski (2000) concluíram que a analogia proposta por Skinner (1981) entre seleção natural e reforçamento operante falha em termos científicos. Isto não elimina totalmente a possibilidade de algumas semelhanças entre evolução biológica e comportamento reforçado, como pode ser visto, por exemplo, na aplicação ao desempenho operante de modelos de seleção dependente da frequência

(Machado, 1992, 1994). Nesse caso, a analogia biológica funciona porque depende unicamente das propriedades de equilíbrio estatístico da seleção natural (Endler, 1986, pp. 4-5) e não precisa, para sua aplicação, de um entendimento maior dos processos causais relevantes. Cada vez que precisamos desse entendimento - por exemplo, para modelizar os efeitos comportamentais dos estímulos discriminativos - a analogia falha.

Finalmente, e independentemente de sua avaliação pessimista da analogia entre seleção natural e reforçamento operante, Tonneau e Sokolowski (2001, p. 558) consideraram a possibilidade de processos autênticos de seleção no sistema nervoso. Modelos de seleção neural que satisfaçam os critérios (1)-(4) são claramente possíveis. Contudo, se alguém desenvolvesse um modelo satisfatório nesta direção, não seria um modelo comportamental no sentido tradicional da análise do comportamento (e.g., Skinner, 1938): "ainda se um exemplo de replicação for encontrado no sistema nervoso no âmbito molecular ou bioquímico, os eventos em questão estarão longe da evidência que sugeriu um processo de seleção em primeiro lugar: a frequência de resposta" (Tonneau & Sokolowski, 2001, p. 558, minha tradução).

POST-SCRIPTUM

Desde a publicação do artigo de Hull, Langman e Glenn (2001), a única mudança importante na analogia selecionista foi uma série de trabalhos nos quais McDowell e colegas aplicaram o conceito de reprodução diferencial ao desempenho operante (e.g., McDowell, 2004; McDowell & Caron, 2007; McDowell & Popa, 2010; Popa & McDowell, 2016). Os modelos computacionais desenvolvidos nesta linha de pesquisa são relativamente complexos e podem incorporar uma grande variedade de equações, mas suas características principais são fáceis de entender. No modelo de McDowell (2004), cada resposta no repertório do organismo é representada por um valor numérico entre 0 e 1023, e cada classe de respostas por um intervalo diferente de valores (por exemplo, a classe "apertar a barra" poderia consistir no intervalo entre 0 e 255). O genótipo de cada resposta é a codificação binária do número decimal correspondente; assim, a resposta 235 tem como "genótipo" a sequência binária 0011101011. O modelo funciona com gerações sucessivas de respostas, cada geração sendo o produto da geração anterior por recombinação sexual: cada resposta nova tem como progenitores um "pai" e uma "mãe". O genótipo do pai é misturado com

o da mãe, e a sequência binária resultante (a "criança") é submetida a um processo de mutação que pode afetar seu valor numérico.

Na ausência de reforçamento, os pais e as mães de cada resposta nova são escolhidos de maneira aleatória. Contudo, quando uma resposta x é reforçada, as respostas mais próximas do valor numérico de x têm uma maior probabilidade de ser escolhidas como pai e mãe das respostas da geração seguinte. Portanto, o modelo de McDowell (2004) dá conta do efeito fundamental do reforçamento operante: quando o experimentador reforça uma resposta x , as respostas na classe correspondente são cada vez mais frequentes. Além disso, o modelo explica muitas características quantitativas do comportamento reforçado, como, por exemplo, seu ajustamento à hipérbole de Herrnstein (1970).

O êxito do modelo de McDowell é indiscutível, e refutaria as principais conclusões de Tonneau e Sokolowski (2000, 2001) se o modelo proposto fosse comportamental. Porém, o modelo em questão *não* é comportamental, ainda que seus autores costumem aludir a "comportamentos potenciais" como entidades reprodutoras (e.g., McDowell & Popa, 2010, p. 243, p. 252). Na verdade, o que é um comportamento potencial? E como comportamentos potenciais--literalmente não existentes--poderiam se reproduzir ou ser submetidos à seleção (cf. Tonneau & Sokolowski, 2000)? A interpretação mais coerente do modelo de McDowell e colegas é que seus "comportamentos potenciais" não são nada mais do que os precursores neurais do comportamento operante. E, de fato, na discussão do seu modelo, McDowell et al. (2008) afirmam que "a evolução implementou uma cópia dela mesma no sistema nervoso dos organismos biológicos" (p. 400, minha tradução). Na mesma linha de pensamento, McDowell (2010) discute como a modificação de grupos de neurônios pode incorporar os princípios abstratos da seleção pelo reforçamento, e no seu artigo mais recente, Popa e McDowell (2016) referem-se numerosas vezes a processos de variação e seleção dentro do cérebro (e.g., p. 270, 283, 287, 288, 289). O que é submetido à variação e seleção no modelo não são respostas operantes, mas eventos neurais. Dado que no modelo as respostas operantes não se reproduzem (são seu genótipos neurais que se reproduzem), a perspectiva explicativa de McDowell e colaboradores está longe da concepção skinneriana do reforçamento operante como um processo de seleção comportamental.

Resumindo, o êxito do modelo desenvolvido por

McDowell (2004) é consistente com a conclusão de Tonneau e Sokolowski (2001) deixando em aberto a possibilidade de tais modelos, e não contradiz as outras avaliações desses autores. Ao contrário, no âmbito próprio da Análise do Comportamento, e não das neurociências teóricas ou dos modelos do sistema nervoso conceitual, a analogia selecionista segue sendo tão desnecessária como costumava ser (Tonneau & Sokolowski, 2000). Como Okasha (2001) ressaltou, "o fato de que seja possível modelizar um processo em termos darwinianos ou quase-darwinianos não implica necessariamente que seja útil fazê-lo" (p. 549, minha tradução).

REFERÊNCIAS

- Baum, W. M. (1994). *Understanding behaviorism: Science, behavior, and culture*. New York: HarperCollins.
- Catania, A. C. (2012). *Learning*. Cornwall-on-Hudson, NY: Sloan Publishing.
- Catania, A. C., & Harnad, S. (Eds.). (1988). *The selection of behavior: The operant behaviorism of B. F. Skinner: Comments and controversies*. New York: Cambridge University Press, 1988.
- Campbell, D. T. (1960). Blind variation and selective retention in creative thought as in other knowledge processes. *Psychological Review*, 67, 380-400.
- Campbell, D. T. (1974). Evolutionary epistemology. In P. A. Schilpp (Ed.), *The philosophy of Karl Popper* (pp. 413-463). La Salle, IL: Open Court.
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- Depew, D. J., & Weber, B. H. (1997). *Darwinism evolving: System dynamics and the genealogy of natural selection*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Donahoe, J. W., Burgos, J. E., & Palmer, D. C. (1993). A selectionist approach to reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 17-40.
- Endler, J. A. (1986). *Natural selection in the wild*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Estes, W. K. (1978). The information-processing approach to cognition: A confluence of metaphors and methods. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes* (pp. 1-18). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Freeman, S., & Herron, J. C. (1998). *Evolutionary analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Futuyma, D. J. (1998). *Evolutionary biology*. Sunderland, MA: Sinauer.
- Gentner, D., & Jeziorski, M. (1993). The shift from metaphor to analogy in Western science. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought* (pp. 447-480). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Glenn, S. S., & Field, D. P. (1994). Functions of the environment in behavioral evolution. *Behavior Analyst*, 17, 241-259.
- Glenn, S. S., & Madden, G. J. (1995). Units of interaction, evolution, and replication: Organic and behavioral parallels. *Behavior Analyst*, 18, 237-251.
- Grantham, T. (2001). Do operant behaviors replicate? *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 538-539.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13, 243-266.
- Hull, D. L., Langman, R. E., & Glenn, S. S. (2001). A general account of selection: Biology, immunology, and behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 511-573.
- Lewontin, R. C. (1970). The units of selection. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1, 1-18.
- Lewontin, R. C. (1992). Genotype and phenotype. In E. Fox Keller & E. A. Lloyd (Eds.), *Keywords in evolutionary biology* (pp. 137-144). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Machado, A. (1992). Behavioral variability and frequency-dependent selection. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58, 241-263.
- Machado, A. (1994). Polymorphic response patterns under frequency-dependent selection. *Animal Learning & Behavior*, 22, 53-71.
- Massaro, D. W. (1986). The computer as a metaphor for psychological enquiry: Considerations and recommendations. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 18, 73-92.
- McDowell, J. J. (2004). A computational model of selection by consequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81, 297-317.
- McDowell, J. J. (2010). Behavioral and neural Darwinism: Selectionist function and mechanism in adaptive behavior dynamics. *Behavioural Processes*, 84, 358-365.
- McDowell, J. J., & Caron, M. L. (2007). Undermatching is an emergent property of selection by consequences. *Behavioural Processes*, 75, 97-106.
- McDowell, J. J., Caron, M. L., Kulubekova, S., & Berg, J. P. (2008). A computational theory of selection by consequences applied to concurrent schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 90, 387-403.
- McDowell, J. J., & Popa, A. (2010). Toward a mechanics of adaptive behavior: Evolutionary dynamics and matching theory statics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 94, 241-260.
- Moxley, R. A. (2004). Pragmatic selectionism: The philosophy of behavior analysis. *The Behavior Analyst Today*, 5, 108-125.
- Nevin, J. A., & Grace, R. C. (2000). Behavioral momentum and the law of effect. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 73-130.
- Okasha, S. (2001). Which processes are selection processes? *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 548-549.
- Popa, A., & McDowell, J. J. (2016). Behavioral variability in an evolutionary theory of behavior dynamics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 105, 270-290.
- Ramsey, W. M. (2007). *Representation reconsidered*. New York: Cambridge University Press.
- Roediger, H. L., III. (1980). Memory metaphors in cognitive psychology. *Memory & Cognition*, 8, 231-246.

- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century.
- Skinner, B. F. (1981). Selection by consequences. *Science*, 213, 501-504.
- Tonneau, F. (2012). Metaphor and truth: A review of *Representation Reconsidered by W. M. Ramsey*. *Behavior and Philosophy*, 39/40, 331-343.
- Tonneau, F., & Sokolowski, M. B. C. (2000). Pitfalls of behavioral selectionism. In F. Tonneau & N. S. Thompson (Eds.), *Perspectives in ethology: Vol. 13. Evolution, culture, and behavior* (pp. 155-180). New York: Kluwer Academic/Plenum.
- Tonneau, F., & Sokolowski, M. B. C. (2001). Is operant selectionism coherent? *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 558-559.

Recebido em: 24/06/2016
Primeira decisão editorial em: 26/10/2016
Aceito em: 21/11/2016

Notas:

- ¹ Um parecerista deste ensaio ressaltou a obscuridade do conceito de entidade potencial. A crítica é válida, mas deve ser dirigida aos proponentes da analogia selecionista na *Análise do Comportamento*. São eles que precisam deste conceito, implicitamente no caso de Glenn e Field (1994) e explicitamente no caso de McDowell, como veremos mais adiante.

Nota do autor:

Agradecimentos a Marcus Bentes de Carvalho Neto por seus comentários sobre o manuscrito.